

FLUKE®

Biomedical

RAYSAFE 452

Radiation Survey Meter

Users Manual

USERS MANUAL (EN) 3

BENUTZERHANDBUCH (DE).....23

MANUAL DE USUARIO (ES)43

MANUEL UTILISATEUR (FR).....63

MANUALE D’USO (IT)83

取扱説明書 (JA).....103

MANUAL DO USUÁRIO (PT_BR).....123

用户手册 (ZH).....143



PN 5000195-1.22

September 2026,

© 2026 Fluke Corporation. All rights reserved. Specifications are subject to change without notice.
All product names are trademarks of their respective companies.

Users Manual (EN)

ABOUT RAYSAFE 452	4	Storage	13
GETTING STARTED	5	Service	13
ACTIONS AND SETTINGS	6	ERRORS AND SYMBOLS	13
Screen overview	6	Instrument errors	13
Store measurements	6	Other display symbols	14
Access stored measurements	6	Symbols on labels	14
Lids and quantities	7	TECHNICAL SPECIFICATIONS	15
Buttons and menus	7	General	15
MEASURE WITH LID	9	Radiology	15
Measurement parameters	9	Sensor position	17
Intermittent radiation sources	10	Angular response – $H^*(10)$	18
MEASURE WITHOUT LID	10	Angular response – K_{air}	19
Measurement parameters	11	Typical energy response	20
Activity calculation	12	SOFTWARE LICENSES	21
RAYSAFE VIEW	12	WARRANTY	21
MAINTENANCE	13	SERVICE AND SUPPORT CONTACTS	21
Charge the battery	13		
Cleaning	13		

ABOUT RAYSAFE 452

The RaySafe 452 is a hand-held device designed for monitoring and measuring radiation levels indoors and temporarily outdoors, in nuclear, industrial and medical applications.

- ⚠ WARNING** *The RaySafe 452 does not replace any radiation protection equipment.*
- ⚠ WARNING** *The RaySafe 452 is not a replacement for personal or legal dosimeters.*
- ⚠ WARNING** *The RaySafe 452 is not approved for use in environments with explosive atmosphere.*
- ⚠ WARNING** *Use RaySafe 452 only as specified or the protection provided in the design may be compromised.*
- ⚠ WARNING** *Take special care when measuring on intermittent radiation sources, such as pulsed X-rays or linear particle accelerators (linacs). See "Intermittent radiation sources" on page 10.*

The RaySafe 452 (the instrument) is used with different lids, or without lid, to quantify dose, dose rate, mean photon energy, counts and count rate.

The instrument consists of two automatically handled sensor systems:

1. A Geiger-Müller pancake, used at low dose rates and, without lid, as an $\alpha / \beta / \gamma$ (alpha, beta, gamma) counter.
2. A cluster of solid-state sensors, used at medium to high dose rates.

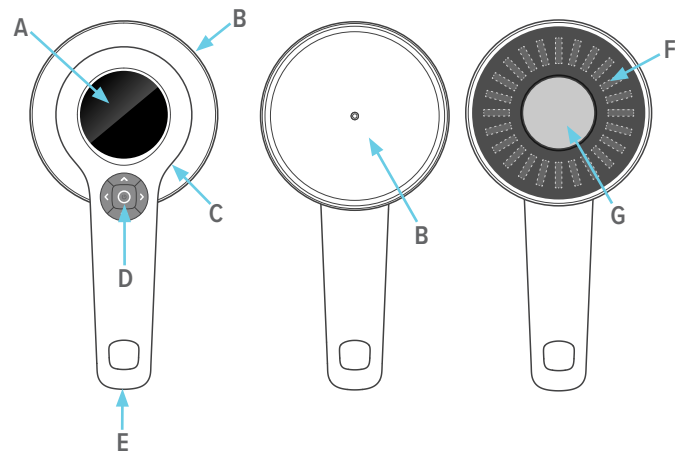


Figure 1. Instrument overview. **A:** Display. **B:** Lid. **C:** USB connector for charger and computer. **D:** Buttons (center, left, right, up, down). **E:** Tripod screw mount. **F:** Solid-state sensors behind carbon fiber cover. **G:** Geiger-Müller pancake behind steel grid.

NOTE *The entrance window of the Geiger-Müller pancake (**G** in Figure 1 on page 4), is very fragile and should never be touched. The Geiger-Müller pancake is also sensitive to mechanical shock.*

GETTING STARTED

Power on the instrument with a long press (approximately 3 seconds) on the center button (⏻).

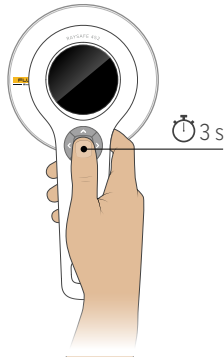


Figure 2. Power on.

The instrument starts to measure after about 5 seconds.

Position the instrument with the sensors towards the radiation source. The instrument will switch between its different sensor systems and adapt its averaging times automatically.

Measurement quantities change with the lid. See "Lids and quantities" on page 7.



Figure 3. Position with the sensor area facing the radiation source.

Power off with a long press on the center button. The instrument automatically stores a log of rate values with 1 second resolution.

ACTIONS AND SETTINGS

Screen overview

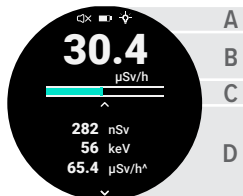


Figure 4. Screen overview.

- A. Status symbols: measurement sound, battery and display backlight.
- B. Current dose rate or count rate. The displayed quantity and unit change with lid and settings. See Table 1 on page 7 for more information.
- C. Rate bar. The rate bar shows the current rate, without averaging, updated 4 times per second. The scale is logarithmic and covers the specified rate range.
- D. Varying content: current measurement parameters, settings, stored measurement, error screen or confirmation screen, depending on user interaction and environmental conditions.

Store measurements

Manually store a measurement with a short press on the center button.

Storing a measurement saves and resets all displayed readings.

A measurement will also be stored automatically:

- When mounting or unmounting a lid.
- When the instrument powers off.
- When an error state interrupts the ongoing measurement.
- After 24 hours of continuous measurement.

Access stored measurements

All stored measurements can be accessed using a computer running RaySafe View. See "RaySafe View" on page 12. Recent measurements have a rate log with 1 second resolution, displayed in RaySafe View as a waveform.

Measurements stored since last power-on can be accessed in the instrument display. Press the down arrow to view the stored measurements. See Figure 5 on page 6. Step between measurements using the left and right arrow buttons.

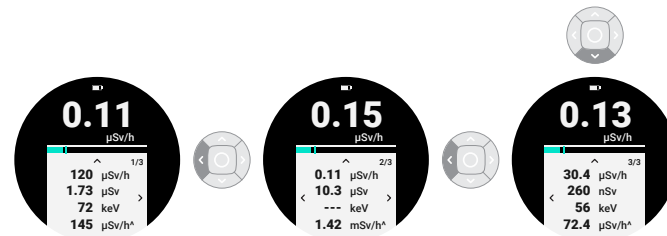


Figure 5. Access stored measurements.

After 10 days of logging, or 4000 stored measurements, the oldest entries will be cyclically overwritten.

Lids and quantities

Depending on model, the instrument is equipped with different sets of lids with different filter compositions.

The lids have bayonet mounts. Align the line on the lid with the line on the instrument, bring together and turn to fasten the lid.

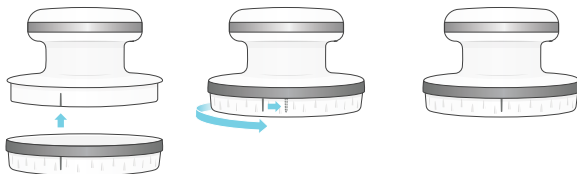


Figure 6. Mount a lid.

LID NAME	DOSE QUANTITY	UNITS
Ambient	Ambient dose equivalent, $H^*(10)$	Sv, rem
Air kerma	Air kerma, K_{air}	Gy
	Absorbed dose to air, D_{air}	rad
	Exposure, X	R
Without lid	Counts (α , β , γ)	cps, cpm

Table 1. Lids and measured quantities.

Change the measurement unit in the settings menu. See "Buttons and menus" on page 7.

The instrument is calibrated with its associated lid(s), and shall only be used with the lid(s) provided with the instrument. Calibration date and serial number are printed on the lid label.

NOTE Before exposing the instrument to water or dust, make sure that the rubber sealing is intact and clean, that the lid is properly mounted, and that nothing is connected to the USB connector.

Buttons and menus



Figure 7. Center button.

A *long press* on the center button powers on or off the instrument.

When the instrument shows the measurement screen, a *short press* on the center button stores a measurement. At all other screens, a short press on the center button returns the measurement screen.



Figure 8. Arrow buttons.

The measurement screen is the default screen after power on. Press up from the measurement screen to access settings.

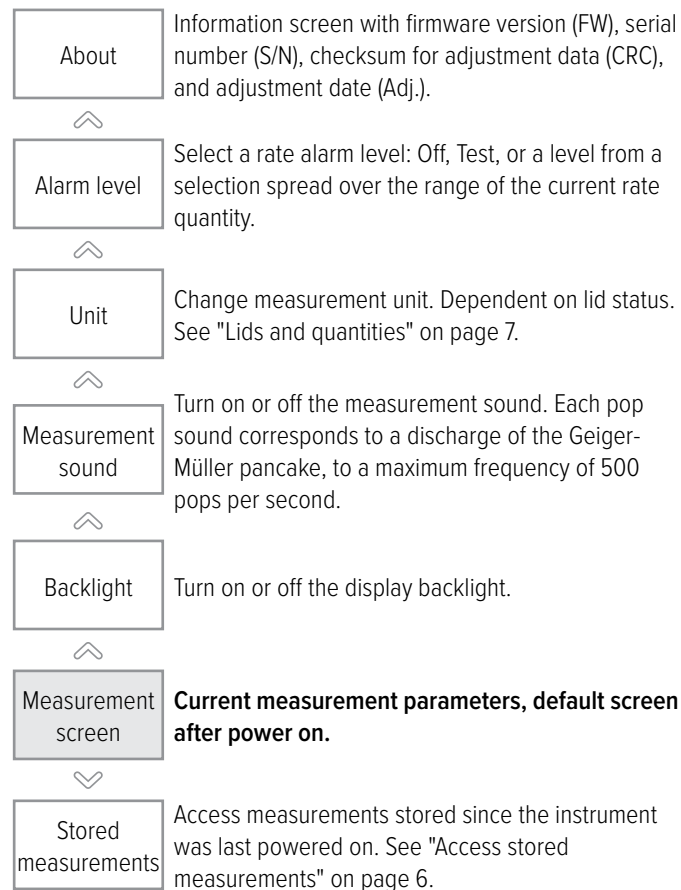
Press left or right as indicated on the screen to step between selectable settings. The setting is changed immediately. Press the center button to return to the measurement screen.

Press down from the measurement screen to access stored measurements. The stored measurements are sorted in chronological order, from right to left.

There are two shortcuts:

- A long press on the left arrow button toggles the measurement sound (on/off).
- A long press on the right arrow button toggles the display backlight (on/off).

Menu structure



MEASURE WITH LID

Select which lid to use (*Ambient* or *Air kerma*).

1. Mount the lid.
2. Position the instrument with the sensors (the flat area of the lid) facing the radiation source.

The instrument handles its two sensor systems seamlessly, for both continuous sources of radiation, and for intermittent sources. See "Intermittent radiation sources" on page 10.

The instrument has no zero adjust functionality, and measurements include background radiation.

Measurement parameters

Dose and dose rate

Dose is all dose accumulated during the current measurement.

Dose rate uses an algorithm that detects radiation changes with a response time of a few seconds or less, but may in some cases need more time to stabilize, according to Table 2 on page 9.

DOSE RATE ($\mu\text{Gy/h}$, $\mu\text{Sv/h}$)	DOSE RATE (mrad/h, mR/h, mrem/h)	TIME TO MAX STABILITY
≤ 0.1	≤ 0.01	60 s
0.3	0.03	30 s
1	0.1	10 s
3	0.3	10 s
10	1	10 s
30	3	10 s
100	10	5 s
≥ 300	≥ 30	2 s

Table 2. Dose rate stabilization times.

NOTE Dose rate readings may need additional time to stabilize on a lower value after high radiation levels, due to afterglow of scintillators in the solid-state sensors.

NOTE The instrument is not sensitive to neutrons. This has been tested using thermal neutrons from a moderated $^{241}\text{Am-Be}$ source. The response was found to be less than 5 % of the neutron ambient dose equivalent.

Peak dose rate (^)

Peak dose rate is the highest displayed dose rate reading since last reset. See definition of dose rate.

NOTE The instrument detects muons, created when interstellar high energy particles from the Milky Way crashes into the Earth's atmosphere. The muons interact with the solid-state sensors (when measuring with lid) and create short (1–2 s) dose rate pulses of approximately 100 times background. At sea level,

the instrument typically detects a few muons per day, but at higher altitudes, for example when travelling by air, the number increases to hundreds per day.

Mean photon energy

Mean photon energy uses a moving average of up to 10 seconds. The averaging time is shortened whenever a change in dose rate is detected.

Intermittent radiation sources

Dose is accurate for short pulse lengths due to the fast dead time corrections and sensor algorithms. See Figure 9 on page 10.

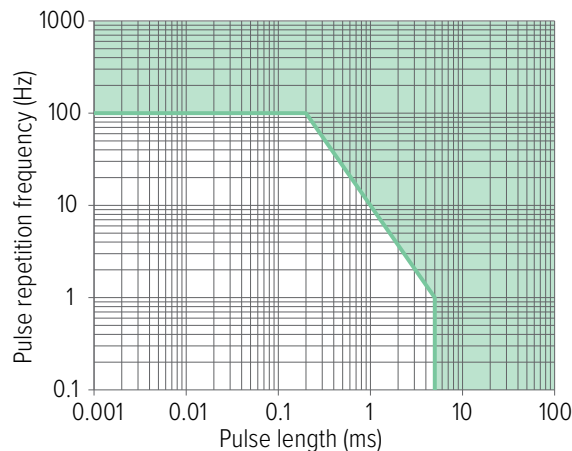


Figure 9. Performance on intermittent radiation, for temperatures up to 30 °C (86 °F). **Green area:** Response within ±20 % of the response at continuous radiation.

Dose rate is averaged over 1 second or longer, and updated once per second. Therefore, the instrument needs a radiation pulse of at least 2 seconds to reliably measure the rate of the pulse. It is possible to manually calculate the rate of a shorter pulse using the measured dose and a known pulse length.

When measuring on continuously repeating pulses, for example from pulsed fluoroscopy or linacs, the instrument measures average dose rate. If the duty cycle is known, it can be used as a correction for calculating the radiation rate in the pulses.

NOTE *At temperatures above 30 °C (86 °F) the instrument's ability to handle radiation from intermittent sources gradually declines with increasing temperature.*

MEASURE WITHOUT LID

When measuring without lid, for example on a potentially contaminated surface:

1. Unmount the lid. When measuring without lid, the active sensor is the Geiger-Müller pancake, **G** in Figure 1 on page 4.
2. Turn on the measurement sound.
Tip: Long press on the left arrow button toggles the measurement sound on or off.
3. Hold the instrument close to, but not in contact with, the surface.
4. Scan the surface slowly, approximately 1 cm/s (½ inch per second).

The instrument counts discharge avalanches in the Geiger-Müller pancake, caused by alpha, beta and gamma radiation. After each discharge, the pancake takes some tens of microseconds to recharge, called the dead time. The instrument corrects for the effect of this dead time each millisecond, automatically.

The instrument has no zero adjust functionality, and measurements include background radiation.

Measurement parameters

Counts

Counts is the sum of all discharge events during the current measurement, corrected for dead time every millisecond.

Count rate

Count rate uses an algorithm that detects changes in radiation with a response time of a few seconds or less, but may in some cases need more time to stabilize. See Table 3 on page 11.

Count rate is averaged over 1 second or longer, and updated once per second, why the instrument needs a stable radiation level for at least 2 seconds to reliably measure the rate.

RATE (cps)	RATE (cpm)	TIME TO MAX STABILITY
≤ 0.5	≤ 30	60 s
1.5	90	33 s
5	300	10 s
15	900	10 s
50	3 k	10 s
150	9 k	7 s
500	30 k	4 s
≥ 1500	≥ 90 k	2 s

Table 3. *Count rate stabilization times.*

Peak count rate (^)

Peak count rate is the highest displayed count rate since last reset. See definition of count rate.

Activity calculation

The approximate activity of detected nuclides can be calculated from count rate, see Table 4 on page 12. For non-listed nuclides, interpolate using the decay type and particle energy.

RADIONUCLIDE	DECAY ($E_{\max}$, MeV)	TYPICAL ACTIVITY PER COUNT RATE (Bq/cps), (dpm/cpm)
^{14}C	β^- (0.16)	17
^{60}Co	β^- (0.32)	6
^{36}Cl	β^- (0.71)	4
$^{90}\text{Sr} / ^{90}\text{Y}$	β^- (0.55 / 2.28)	3
^{239}Pu	α (5.16)	8
^{241}Am	α (5.49)	8

Table 4. Conversion factors from count rate to activity.

Table 4 on page 12 is based on measurements made with 3 mm distance between the instrument housing (without lid) and an Al plate with a thin layer of radionuclide (wide area class 2 source according to ISO 8769:2010). Under other measurement conditions, for example different physical properties of the sample, such as thickness, size and purity, these conversion factors may underestimate the activity.

Example: The instrument reads 20 cps (1200 cpm) above background at a short distance from an Americium-241 containing particle. The activity of the particle is at least $20 \text{ cps} \times 8 \text{ Bq/cps} = 160 \text{ Bq}$ ($1200 \text{ cpm} \times 8 \text{ dpm/cpm} = 9600 \text{ dpm}$).

RAYSAFE VIEW



Figure 10. Connect instrument to RaySafe View.

Use the USB cable provided with the instrument to connect to a computer running RaySafe View.

RaySafe View includes:

- Real-time display of readings.
- Remote control of the instrument (change settings, store measurements).
- Import of measurements stored in the instrument.
- Data analysis of rate log in waveform.
- Possibility to save measurements on the computer.
- Data export to Microsoft Excel and to csv files.

Download RaySafe View from www.flukebiomedical.com.

MAINTENANCE

Charge the battery

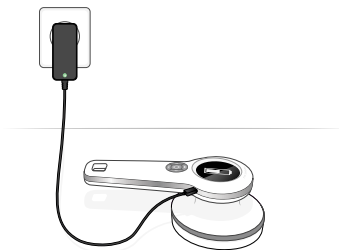


Figure 11. Connect the USB charger.

To charge the battery, connect the instrument's USB connector to an indoor wall socket with the supplied charger. You can also charge with a USB power bank, or by connecting to a USB port on a computer, but charging is faster with the supplied charger (approximately 3 hours from empty to full battery, instead of 12 hours).

NOTE If using the instrument while the battery symbol is red, the instrument may automatically power off at any time.

⚠ WARNING Make sure that the USB connector on the instrument is clean and dry before connecting a cable.

Cleaning

Clean the instrument with lid mounted using a damp cloth and mild detergent.

The instrument is not water resistant with the lid off. If the instrument is contaminated with the lid off, gently wipe the contaminated area with a cloth and make sure that the instrument and lid are dry before mounting the lid.

Storage

Store the instrument powered off and with a lid mounted.

Service

Contact the manufacturer for service. See "Service and support contacts" on page 21.

NOTE RaySafe 452 has no user serviceable parts.

ERRORS AND SYMBOLS

Instrument errors

Self tests are performed at startup, and continuously during operation.

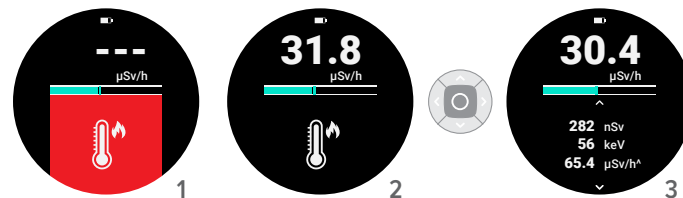


Figure 12. 1: Error screen. 2: Confirmation screen. 3: Measurement screen.

If an error occurs, the measurement screen is blocked by an error symbol on red background (**1** in Figure 12 on page 13), and the instrument emits a beep every fifteenth second. While the screen is red, the instrument does not measure.

If the error ends, the instrument automatically starts a new measurement while the error symbol remains on black background (**2** in Figure 12 on page 13). Press the center button to confirm the symbol and to view the ongoing measurement (**3** in Figure 12 on page 13).

ERROR SYMBOL	TYPE	ACTION
	Instrument error (#2, #3, #4, #6, #7, #8)	Restart the instrument. If the error remains, contact support. See "Service and support contacts" on page 21.
	Dose rate too high	The dose rate is outside the specification. Increase the distance to the radiation source to lower the rate.
	Instrument too cold	Let the instrument warm up to above -20 °C (-4 °F).
	Instrument too warm	Let the instrument cool down to below 50 °C (122 °F).
	Correct type of lid not detected	Mount a lid supplied with the instrument and/or make sure that the lid is properly mounted. Some instrument models require a lid to operate.

Other display symbols

SYMBOL	TYPE	MEANING
	New measurement started	After 24 hours of continuous measurement, the instrument automatically stores a measurement and starts a new measurement. Confirm this with a press on the center button to return to the measurement screen.
	Corrupt measurement	This stored measurement is corrupt, and can not be displayed.

Symbols on labels

For a full list of applicable product symbols, please visit:

www.flukebiomedical.com/resource/certification-sheets.

SYMBOL	MEANING
	WARNING – RISK OF DANGER. Consult user documentation.
	Manufacturer
	Article number
	Serial number
	This product complies with the WEEE Directive marking requirements. The affixed label indicates that you must not discard this electrical/electronic product in domestic household waste. Product Category: With reference to the equipment types in the WEEE Directive Annex I, this product is classed as category 9 "Monitoring and Control Instrumentation" product. Do not dispose of this product as unsorted municipal waste.
	None of the China RoHS restricted substances are present above permitted levels.

TECHNICAL SPECIFICATIONS

General

Safety standard	Complies with IEC 61010-1:2010, pollution degree 2
Radiation meter standard	Complies with IEC 60846-1:2009, except EMC which complies with IEC 61326-1:2012, and except alarm sound level
Dimensions	250 x 127 x 83 mm (9.8 x 5.0 x 3.3 inches)
Weight	0.8 kg (1.7 pounds)
Display	240 x 400 pixel color LCD, sunlight readable, backlit
Rate alarm	65 dB(A) at 30 cm (12 inches)
Operating temperature	-20 – +50 °C (-4 – +122 °F)
Storage temperature	-30 – +70 °C (-22 – +158 °F)
Battery charging temperature	+10 – +40 °C (+50 – +104 °F)
Atmospheric pressure	70 – 107 kPa, altitude up to 3000 m (10 000 ft)
IP code	IP64 (dust proof and water resistant) according to IEC 60529:1989–2013, with lid mounted, seals intact and nothing connected to USB connector
Humidity, without lid	< 90 % relative humidity, non-condensing
Battery life	Up to 100 h
Battery	Built-in rechargeable lithium-ion 18650 (< 3600 mAh, 3.6 V)
Connector	USB micro (5 V DC, 1.3 A), for communication and charging
Mounting	Standard ¼" tripod thread on handle
Data storage	4000 stored measurements and 10 days of dose rate log with 1 s resolution
Software	RaySafe View (for remote control, analysis and data export)

Radiology

Ambient dose equivalent, $H^*(10)$

Range	0 µSv/h – 1 Sv/h (0 µrem/h – 100 rem/h)	
Rate resolution	0.01 µSv/h (1 µrem/h) or 3 digits	
Dose resolution	0.1 nSv (0.01 µrem) or 3 digits	
Radiation detected	γ and X-rays > 10 keV	
Linearity, ¹³⁷ Cs	±10 %, after subtraction of background	
Energy range	16 keV – 7 MeV	
Energy response ¹	> 20 µSv/h (2 mrem/h) and $T < 30$ °C (86 °F)	±25 %, 16 – 20 keV ±15 %, 20 keV – 5 MeV ±25 %, 5 – 7 MeV
	otherwise	±25 %, 16 – 20 keV ±20 %, 20 keV – 1 MeV -25 % – +150 %, 1 – 7 MeV
Minimum X-ray pulse length ²	5 ms at $T < 30$ °C (86 °F)	
Minimum linac frequency ^{2, 3}	100 Hz at $T < 30$ °C (86 °F)	
Rate response time	~2 s to detect a step from 0.2 to 2 µSv/h (20 to 200 µrem/h)	
IEC 60846-1 energy range ⁴	20 keV – 2 MeV, angle of incidence ±45°	
IEC 60846-1 dose rate range ⁴	1 µSv/h – 1 Sv/h (100 µrem/h – 100 rem/h)	
IEC 60846-1 dose range ⁴	1 µSv – 24 Sv (100 µrem – 2.4 krem), coefficient of variation < 3 %	
Units	Sv rem (1 rem = 1/100 Sv)	

Air kerma, K_{air}

Range	0 $\mu\text{Gy/h}$ – 1 Gy/h (0 $\mu\text{R/h}$ – 114 R/h)	
Rate resolution	0.01 $\mu\text{Gy/h}$ (1 $\mu\text{R/h}$) or 3 digits	
Dose resolution	0.1 nGy, (0.01 μR) or 3 digits	
Radiation detected	γ and X-rays > 10 keV	
Linearity, ^{137}Cs	$\pm 10\%$, after subtraction of background	
Energy range	30 keV – 7 MeV	
Energy response ¹	> 20 $\mu\text{Gy/h}$ (2.3 mR/h) and $T < 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ (86 $^{\circ}\text{F}$)	$\pm 15\%$, 30 keV – 5 MeV $\pm 25\%$, 5 – 7 MeV
	otherwise	$\pm 30\%$, 30 keV – 1 MeV -25% – $+120\%$, 1 – 7 MeV
Minimum X-ray pulse length ²	5 ms at $T < 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ (86 $^{\circ}\text{F}$)	
Minimum linac frequency ^{2,3}	100 Hz at $T < 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ (86 $^{\circ}\text{F}$)	
Rate response time	~ 2 s to detect a step from 0.2 to 2 $\mu\text{Gy/h}$ (23 to 230 $\mu\text{R/h}$)	
Units	Gy rad (1 rad = 1/100 Gy) R (1 R = 1/114.1 Gy)	

Mean photon energy, $\bar{E}$

Range	20 keV – 600 keV
Uncertainty	10 % at < 100 keV, 20 % otherwise
Defining standard	ISO 4037-1:2019
Minimum dose rate ⁵	20 $\mu\text{Sv/h}$ (2 mrem/h) or 20 $\mu\text{Gy/h}$ (2.3 mR/h), at $T < 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ (86 $^{\circ}\text{F}$)

Counter (α , β , γ)

Detector type	Geiger-Müller pancake		
Window	Mica, 1.5 – 2 mg/cm^2		
Sensitive area	15.55 cm^2 , behind 79 % open steel grid		
Radiation detected	α > 3.5 MeV β > 40 keV γ and X-rays > 5 keV		
Range	0 cps – 20 kcps (0 cpm – 1.2 Mcpm)		
Rate resolution	0.1 cps (1 cpm) or 3 digits		
Counter resolution	1 count or 3 digits		
Dead time correction	Automatic, linearity within -10% – $+30\%$		
Typical background at 0.1 $\mu\text{Sv/h}$	0.5 cps (30 cpm)		
Typical gamma sensitivity, ^{137}Cs	6 cps / $\mu\text{Gy/h}$ (3000 cpm / mR/h)		
Rate response time	~ 2 s to detect a step from 1 to 10 cps (60 to 600 cpm)		
Units	cps cpm (1 cpm = 1/60 cps)		
2 π emission sensitivity ⁶	Radionuclide	Decay (E_{max})	Typical efficiency
	^{14}C	β^- (0.16 MeV)	15 %
	^{60}Co	β^- (0.32 MeV)	31 %
	^{36}Cl	β^- (0.71 MeV)	43 %
	^{90}Sr / ^{90}Y	β^- (0.55 / 2.28 MeV)	49 %
	^{239}Pu	α (5.16 MeV)	26 %
	^{241}Am	α (5.49 MeV)	26 %

FOOTNOTES

1. The instrument uses a Geiger-Müller pancake at low rates and a cluster of solid-state sensors at higher rates. The rate where the solid-state sensors engage gradually increase with temperature, for temperatures above 30 °C (86 °F).
2. Limit where the response is within $\pm 20\%$ of the response at continuous radiation. Above 30 °C (86 °F) the instrument's ability to handle low linac pulse rates and short X-ray pulses gradually declines with increasing temperature.
3. Refers to the microwave pulse repetition frequency of typical medical linear accelerators. Each pulse has a typical duration of a few μs .
4. Ranges where the instrument fulfills IEC 60846-1:2009.
5. Above 30 °C (86 °F) the minimum dose rate gradually increases with increasing temperature.
6. Measured at 3 mm distance between instrument housing (without lid) and wide area class 2 sources according to ISO 8769:2010.

Sensor position

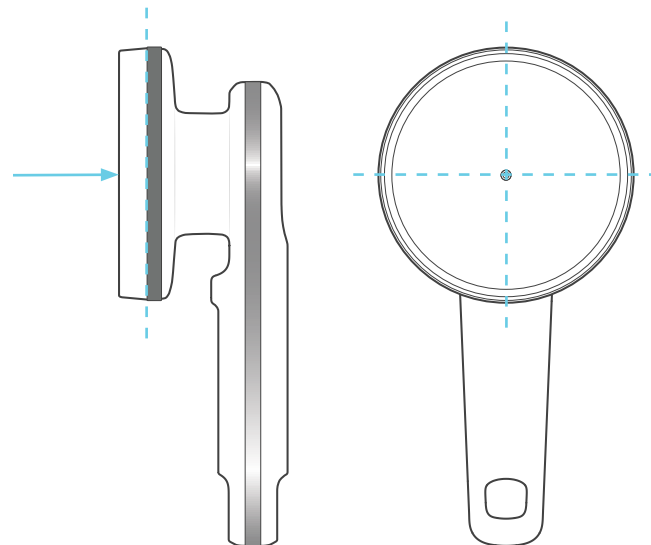
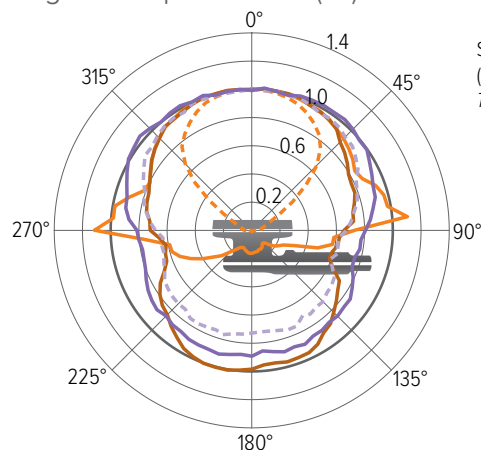
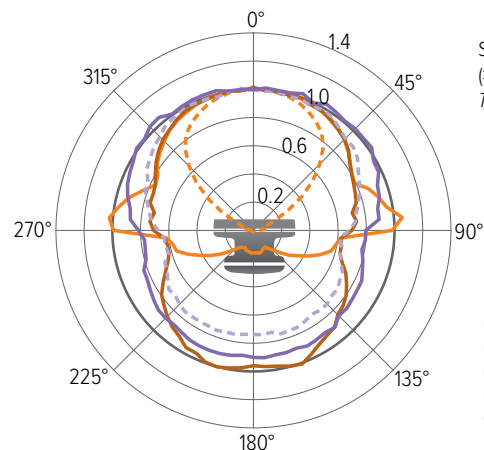


Figure 13. Sensor reference direction, reference plane and reference point.

Angular response – $H^*(10)$ 

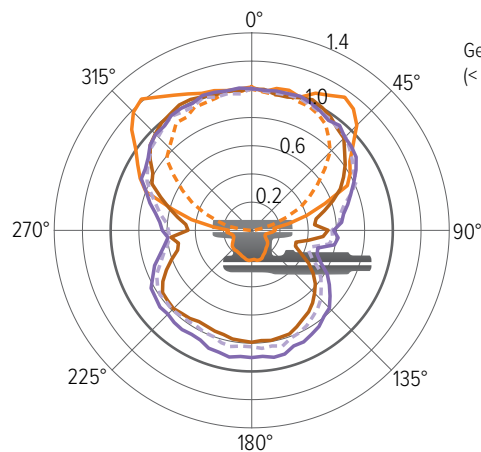
Solid-state sensors
 $> 20 \mu\text{Sv/h}$ (2.3 mrem/h),
 $T < 30^\circ\text{C}$ (86 $^\circ\text{F}$)

--- 20 keV
 --- 65 keV
 --- 207 keV
 --- 662 keV
 --- 1.25 MeV



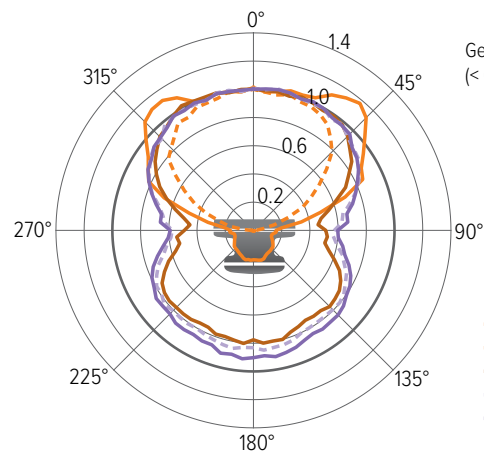
Solid-state sensors
 $> 20 \mu\text{Sv/h}$ (2.3 mrem/h),
 $T < 30^\circ\text{C}$ (86 $^\circ\text{F}$)

--- 20 keV
 --- 65 keV
 --- 207 keV
 --- 662 keV
 --- 1.25 MeV



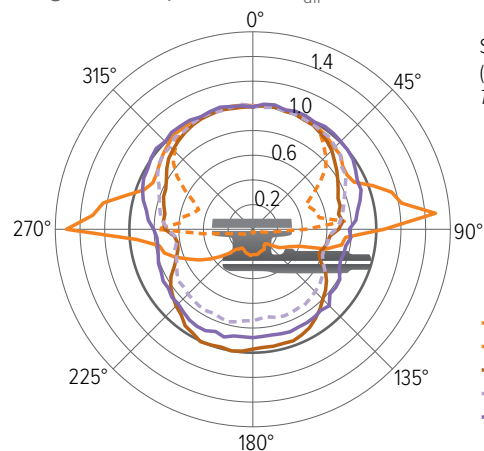
Geiger-Müller pancake
 $< 6 \mu\text{Sv/h}$ (0.7 mrem/h)

--- 20 keV
 --- 65 keV
 --- 207 keV
 --- 662 keV
 --- 1.25 MeV

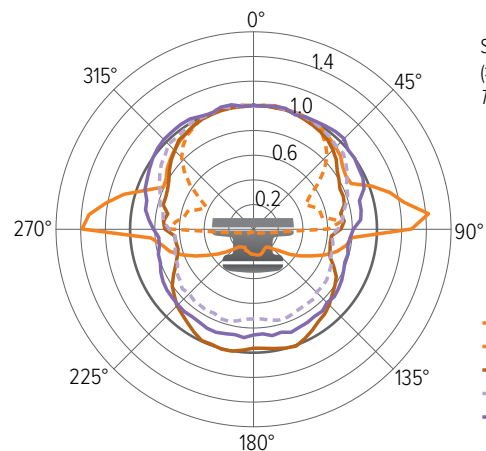


Geiger-Müller pancake
 $< 6 \mu\text{Sv/h}$ (0.7 mrem/h)

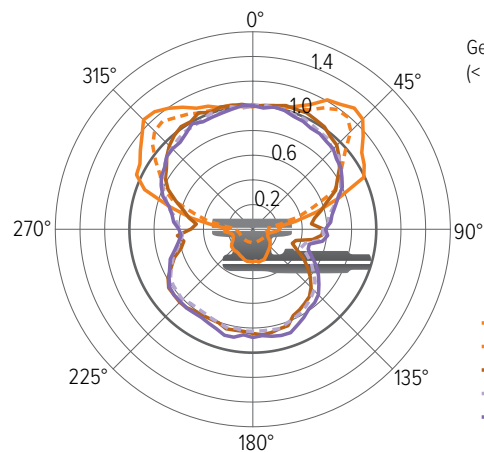
--- 20 keV
 --- 65 keV
 --- 207 keV
 --- 662 keV
 --- 1.25 MeV

Angular response – K_{air} 

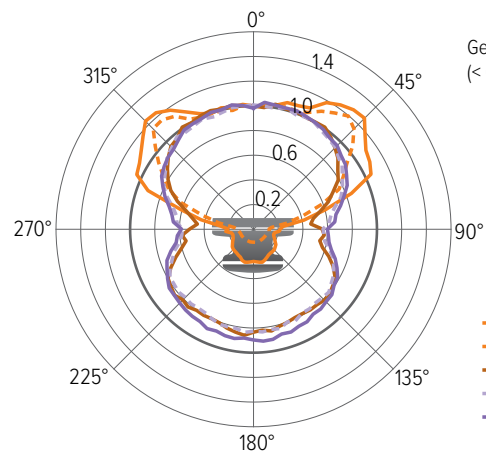
--- 33 keV
— 65 keV
— 207 keV
--- 662 keV
— 1.25 MeV



--- 33 keV
— 65 keV
— 207 keV
--- 662 keV
— 1.25 MeV

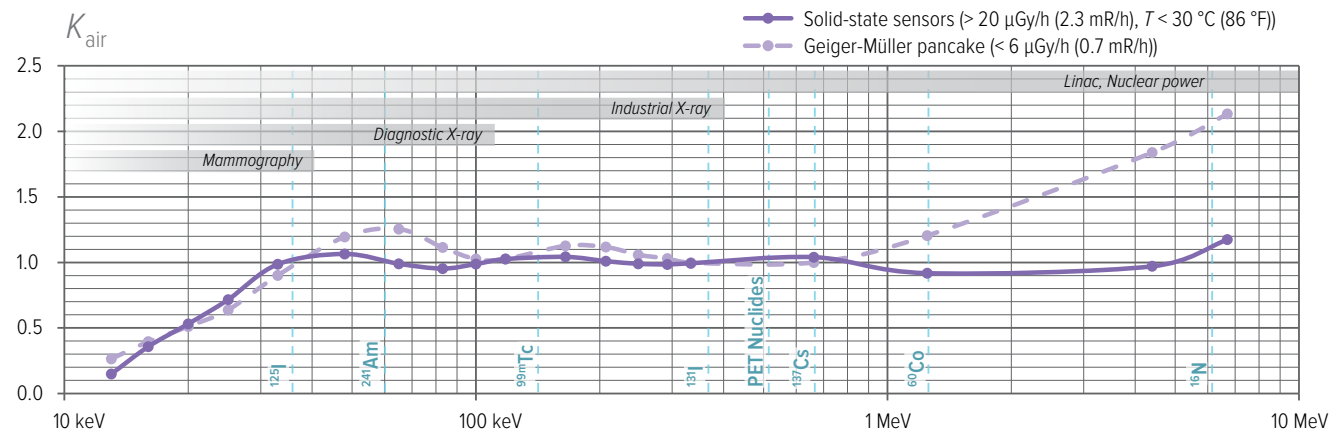
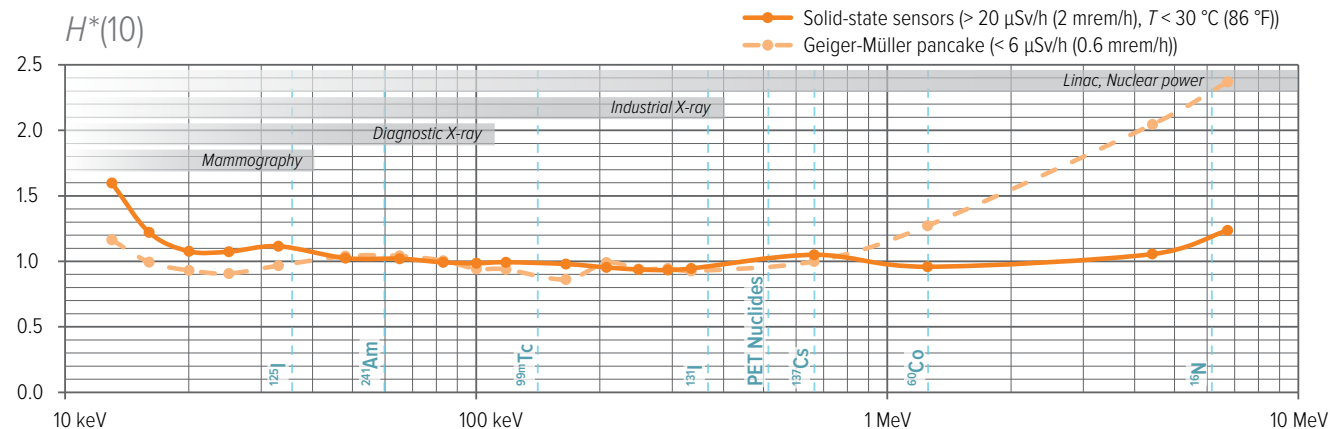


--- 33 keV
— 65 keV
— 207 keV
--- 662 keV
— 1.25 MeV



--- 33 keV
— 65 keV
— 207 keV
--- 662 keV
— 1.25 MeV

Typical energy response



SOFTWARE LICENSES

FreeRTOS license, see the RaySafe 452 product page on www.flukebiomedical.com.

WARRANTY

Fluke Biomedical warrants this instrument against defects in materials and workmanship for one year from the date of original purchase OR two years if at the end of your first year you send the instrument to a Fluke Biomedical or RaySafe service center for calibration. You will be charged our customary fee for such calibration. During the warranty period, we will repair or at our option replace, at no charge, a product that proves to be defective, provided you return the product, shipping prepaid, to Fluke Biomedical. This warranty covers the original purchaser only and is not transferable. The warranty does not apply if the product has been damaged by accident or misuse or has been serviced or modified by anyone other than an authorized Fluke Biomedical service facility. NO OTHER WARRANTIES, SUCH AS FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE, ARE EXPRESSED OR IMPLIED. FLUKE SHALL NOT BE LIABLE FOR ANY SPECIAL, INDIRECT, INCIDENTAL OR CONSEQUENTIAL DAMAGES OR LOSSES, INCLUDING LOSS OF DATA, ARISING FROM ANY CAUSE OR THEORY.

This warranty covers only serialized products and their accessory items that bear a distinct serial number tag. Recalibration of instruments is not covered under the warranty.

This warranty gives you specific legal rights and you may also have other rights that vary in different jurisdictions. Since some jurisdictions do not allow the exclusion or limitation of an implied warranty or of incidental or consequential damages, this limitation of liability may

not apply to you. If any provision of this warranty is held invalid or unenforceable by a court or other decision-maker of competent jurisdiction, such holding will not affect the validity or enforceability of any other provision.

SERVICE AND SUPPORT CONTACTS

For information about service and support, see the RaySafe 452 product page on www.flukebiomedical.com.

Manufactured by:

Fluke Biomedical
6920 Seaway Blvd.
Everett, WA
U.S.A.

Benutzerhandbuch (DE)

ÜBER RAYSAFE 452	24	Lagerung.....	33
ERSTE SCHRITTE.....	25	Service	33
AKTIONEN UND EINSTELLUNGEN	26	FEHLER UND SYMBOLE.....	33
Bildschirmübersicht	26	Instrumentfehler	33
Speichern von Messungen.....	26	Andere Anzeigesymbole	34
Auf gespeicherte Messungen zugreifen.....	26	Symbole auf Etiketten	34
Kappen und Mengen.....	27	TECHNISCHE DATEN.....	35
Tasten und Menüs	27	Allgemein	35
MESSEN MIT KAPPE.....	29	Radiologie.....	35
Messparameter.....	29	Sensorposition.....	37
Gepulste Strahlungsquellen.....	30	Winkelabhängigkeit des Ansprechvermögens – $H^*(10)$	38
MESSEN OHNE KAPPE.....	31	Winkelabhängigkeit des Ansprechvermögens – K_{air}	39
Messparameter.....	31	Typische Energieabhängigkeit des Ansprechvermögens.....	40
Aktivitätsberechnung	32	SOFTWARELIZENZEN.....	41
RAYSAFE VIEW	32	GARANTIE.....	41
WARTUNG	33	SERVICE-UND SUPPORTKONTAKTE	41
Akku aufladen.....	33		
Reinigung.....	33		

ÜBER RAYSAFE 452

RaySafe 452 ist ein tragbares Gerät zur Überwachung und Messung von Strahlungswerten im Innen- und Außenbereich, für nukleare, industrielle und medizinische Anwendungen.

- ⚠ WARNUNG** Das RaySafe 452 ersetzt keine Strahlenschutzvorrichtungen.
- ⚠ WARNUNG** Das RaySafe 452 ist kein Ersatz für persönliche oder gesetzliche Dosimeter.
- ⚠ WARNUNG** Das RaySafe 452 ist nicht für den Einsatz in Umgebungen mit explosiver Atmosphäre zugelassen.
- ⚠ WARNUNG** Verwenden Sie das RaySafe 452 nur wie angegeben, da sonst der im Design vorgesehene Schutz beeinträchtigt werden kann.
- ⚠ WARNUNG** Besondere Vorsicht ist bei der Messung von gepulsten Strahlungsquellen, wie gepulste Röntgenstrahlen oder Linearbeschleuniger (Linacs) geboten. Siehe „Gepulste Strahlungsquellen“ auf Seite 30.

Das RaySafe 452 (Gerät) wird mit verschiedenen Kappen oder ohne Kappe verwendet, um Dosis, Dosisleistung, mittlere Photonenenergie, Anzahl und Zählfrequenz zu quantifizieren.

Das Gerät besteht aus zwei automatisch gesteuerten Sensorsystemen:

1. Ein Geiger-Müller-Zähler, der bei niedriger Dosisleistung und ohne Kappe als $\alpha / \beta / \gamma$ (Alpha, Beta, Gamma) Zähler eingesetzt wird.
2. Ein Cluster von Halbleitersensoren, die bei mittleren bis hohen Dosisleistungen eingesetzt werden.

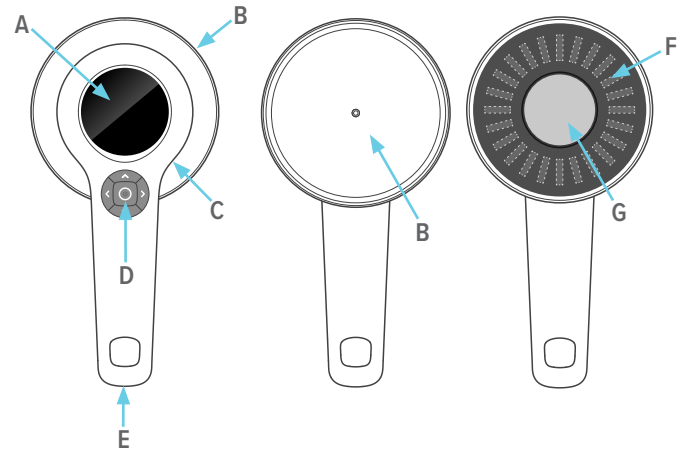


Abbildung 1. Geräteübersicht. **A:** Bildschirm. **B:** Kappe. **C:** USB-Anschluss für Ladegerät und Computer. **D:** Tasten (mittig, links, rechts, nach oben, nach unten). **E:** Stativhalterung. **F:** Halbleitersensoren hinter der Kohlefaserabdeckung. **G:** Geiger-Müller Zähler hinter Stahlgitter.

HINWEIS Das Eingangsfenster des Geiger-Müller-Zählers (**G** in Abbildung 1 auf Seite 24) ist sehr zerbrechlich und sollte nie berührt werden. Der Geiger-Müller-Zähler reagiert auch empfindlich auf mechanische Stöße.

ERSTE SCHRITTE

Das Instrument mit einem langen Druck (ca. 3 Sekunden) auf die mittlere Taste (⏻) einschalten.

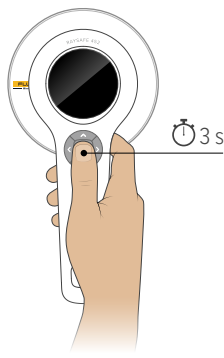


Abbildung 2. Einschalten.

Das Gerät beginnt nach etwa 5 Sekunden zu messen.

Das Gerät mit den Sensoren in Richtung der Strahlenquelle positionieren. Das Gerät schaltet zwischen seinen verschiedenen Sensorsystemen um und passt seine Zeiten zur Mittelwertsbildung automatisch an.

Die Messgrößen ändern sich abhängig vom verwendeter Kappe. Siehe „Kappen und Mengen“ auf Seite 27.



Abbildung 3. Mit der Sensorfläche in Richtung der Strahlungsquelle positionieren.

Das Instrument mit einem langen Druck auf die mittlere Taste ausschalten. Das Gerät speichert automatisch ein Protokoll der Dosis oder Zählrate mit einer Auflösung von 1 Sekunde.

AKTIONEN UND EINSTELLUNGEN

Bildschirmübersicht

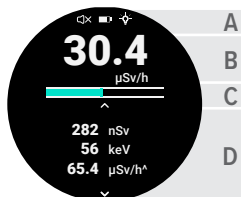


Abbildung 4. Bildschirmübersicht.

- A. Statussymbole: Messton, Akku und Bildschirmbeleuchtung.
- B. Aktuelle Dosisleistung oder Zählrate. Die angezeigte Menge und Einheit ändern sich mit Kappen und Einstellungen. Hier Tabelle 1 auf Seite 27 finden Sie weitere Informationen.
- C. Leistungsbalken. Der Leistungsbalken zeigt die aktuelle Leistung ohne Mittelwertbildung und wird 4 mal pro Sekunde aktualisiert. Die Skala ist logarithmisch und deckt den angegebenen Leistungsbereich ab.
- D. Unterschiedlicher Inhalt: aktuelle Messparameter, Einstellungen, gespeicherte Messungen, Fehlerbildschirm oder Bestätigungsbildschirm, abhängig von der Benutzerinteraktion und den Umgebungsbedingungen.

Speichern von Messungen

Eine Messung wird manuell gespeichert, indem Sie kurz auf die mittlere Taste drücken.

Durch das Speichern einer Messung werden alle angezeigten Messwerte gespeichert und zurückgesetzt.

Eine Messung wird in folgenden Situationen automatisch gespeichert:

- Beim Anbringen oder Abnehmen einer Kappe.
- Wenn sich das Gerät ausschaltet.
- Wenn ein Fehlerzustand die laufende Messung unterbricht.
- Nach 24 Stunden kontinuierlicher Messung.

Auf gespeicherte Messungen zugreifen

Auf alle gespeicherten Messungen kann über einen Computer mit RaySafe View zugegriffen werden. Siehe „RaySafe View“ auf Seite 32. Aktuelle Messungen haben ein Leistungsprotokoll mit einer Auflösung von 1 Sekunde, das in RaySafe View als Kurvenform angezeigt wird.

Seit dem letzten Einschalten gespeicherte Messungen können im Display des Instruments abgerufen werden. Drücken Sie den Abwärtspfeil, um die gespeicherten Messungen anzuzeigen. Siehe Abbildung 5 auf Seite 26. Schalten sie mit den Pfeiltasten links und rechts zwischen den Messungen.

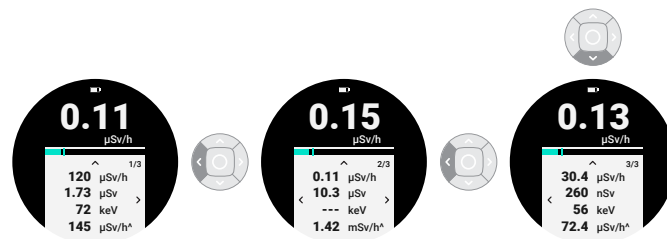


Abbildung 5. Auf gespeicherte Messungen zugreifen.

Nach 10 Tagen Protokollierung oder 4000 gespeicherten Messungen werden die ältesten Einträge zyklisch überschrieben.

Kappen und Mengen

Je nach Modell ist das Gerät mit verschiedenen Kappensätzen, welche unterschiedliche Filterzusammensetzungen haben, ausgestattet.

Die Kappen sind mit Bajonettfassungen versehen. Richten Sie die Linie auf der Kappe mit der Linie auf dem Gerät aus, und befestigen Sie die Kappe mit einer Drehung.

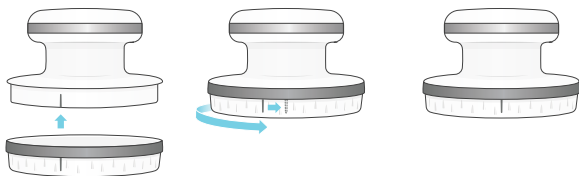


Abbildung 6. Eine Kappe anbringen.

KAPPEN-BEZEICHNUNG	DOSISMENGE	EINHEITEN
Ambient	Umgebungs-Äquivalentdosis, $H^*(10)$	Sv, rem
Air kerma	Luftkerma, K_{air}	Gy
	In der Luft absorbierte Dosis, D_{air}	rad
	Ionendosis, X	R
Ohne Kappe	Anzahl (α , β , γ)	cps, cpm

Tabelle 1. Kappen und Messgrößen.

Ändern der Maßeinheit im Einstellungsmenü. Siehe „Tasten und Menüs“ auf Seite 27.

Das Instrument wird mit der/den zugehörigen Kappe/-n kalibriert und darf nur zusammen mit der/den mit dem Instrument gelieferten Kappe/-n verwendet werden. Kalibrierungsdatum und Seriennummer sind auf dem Kappenetikett aufgedruckt.

HINWEIS Bevor Sie das Instrument Wasser oder Staub aussetzen, stellen Sie sicher, dass die Gummidichtung intakt und sauber, dass die Kappe richtig montiert, und nichts an den USB-Stecker angeschlossen ist.

Tasten und Menüs



Abbildung 7. Mittlere Taste.

Ein langes Drücken auf die mittlere Taste schaltet das Gerät ein oder aus.

Wenn das Gerät den Messbildschirm anzeigt, speichert ein kurzer Druck auf die mittlere Taste eine Messung. Auf allen anderen Bildschirmen wird durch kurzes Drücken der mittleren Taste wieder der Messbildschirm angezeigt.



Abbildung 8. Pfeiltasten.

Der Messbildschirm ist der Standardbildschirm nach dem Einschalten. Vom Messbildschirm aus auf den Pfeil nach oben drücken, um auf die Einstellungen zuzugreifen.

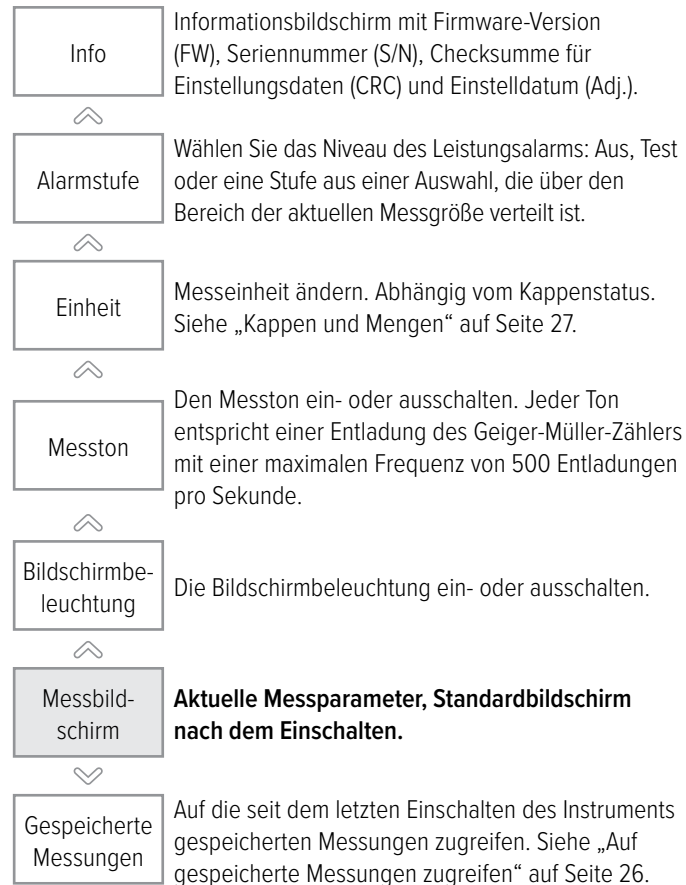
Links oder rechts, wie auf dem Bildschirm angezeigt, drücken, um zwischen den auswählbaren Einstellungen zu wechseln. Die Einstellung wird sofort geändert. Die mittlere Taste drücken, um zum Messbildschirm zurückzukehren.

Vom Messbildschirm aus auf den Pfeil nach unten drücken, um auf die gespeicherten Messungen zuzugreifen. Die gespeicherten Messungen werden in chronologischer Reihenfolge von rechts nach links sortiert.

Es gibt zwei Verknüpfungen:

- Durch langes Drücken der linken Pfeiltaste wird der Messton ein- und ausgeschaltet.
- Durch langes Drücken der rechten Pfeiltaste wird die Bildschirmbeleuchtung ein- und ausgeschaltet.

Menüstruktur



MESSEN MIT KAPPE

Wählen Sie die zu verwendende Kappe aus (*Ambient* oder *Air kerma*).

1. Die Kappe anbringen.
2. Positionieren Sie das Gerät so, dass die Sensoren (der flache Bereich der Kappe) zur Strahlungsquelle zeigen.

Das Gerät benutzt seine beiden Sensorsysteme nahtlos, sowohl für kontinuierliche Strahlungsquellen als auch für gepulste Quellen. Siehe „Gepulste Strahlungsquellen“ auf Seite 30.

Das Instrument verfügt nicht über eine Funktion zur Nullpunkteinstellung, und die Messungen beinhalten Hintergrundstrahlung.

Messparameter

Dosis und Dosisleistung

Dosis ist die gesamte während der laufenden Messung akkumulierte Dosis.

Dosisleistung verwendet einen Algorithmus, der Leistungsänderungen mit einer Reaktionszeit von wenigen Sekunden oder schneller erkennt, in einigen Fällen ist jedoch möglicherweise mehr Zeit erforderlich, gemäß Tabelle 2 auf Seite 29.

DOSISLEISTUNG ($\mu\text{Gy/h}$, $\mu\text{Sv/h}$)	DOSISLEISTUNG (mrad/h , mR/h , mrem/h)	ZEIT BIS ZUR MAXIMALEN STABILITÄT
$\leq 0,1$	$\leq 0,01$	60 s
0,3	0,03	30 s
1	0,1	10 s
3	0,3	10 s
10	1	10 s
30	3	10 s
100	10	5 s
≥ 300	≥ 30	2 s

Tabelle 2. Dosisleistungsstabilisierungszeiten.

HINWEIS Dosisleistungsmessungen können aufgrund des Nachleuchtens von Szintillatoren in den Halbleitersensoren zusätzliche Zeit benötigen, um sich nach hohen Dosisleistungen auf einem niedrigeren Wert zu stabilisieren.

HINWEIS Das Instrument ist nicht empfindlich für Neutronen. Dies wurde mit thermischen Neutronen aus einer moderierten $^{241}\text{Am-Be}$ Quelle getestet. Es wurde festgestellt, dass das Ansprechvermögen weniger als 5 % des Neutronenumgebungs-dosis-Äquivalents beträgt.

Spitzendosisleistung (^)

Die Spitzendosisleistung ist die höchste angezeigte Dosisleistung seit dem letzten Reset. Siehe Definition der Dosisleistung.

HINWEIS Das Instrument erkennt Myonen, die entstehen, wenn interstellare Hochenergiepartikel aus der Milchstraße in die Erdatmosphäre stürzen. Die Myonen interagieren mit den

Halbleitersensoren (wenn mit einer Kappe gemessen wird) und erzeugen kurze (1–2 s) Dosisleistungspulse, die etwa dem 100fachen Hintergrund entsprechen. Auf Meereshöhe misst das Instrument in der Regel ein paar Myonen pro Tag, in höheren Lagen, zum Beispiel bei Flugreisen, steigt die Anzahl auf Hunderte pro Tag.

Mittlere Photonenenergie

Die mittlere Photonenenergie nutzt einen gleitenden Mittelwert von bis zu 10 Sekunden Länge. Das Mittelwertsbildungsintervall wird verkürzt, wenn eine Änderung der Dosisleistung festgestellt wird.

Gepulste Strahlungsquellen

Die Dosis ist aufgrund der schnellen Totzeitkorrektur und Messalgorithmen für kurze Pulslängen genau. Siehe Abbildung 9 auf Seite 30.

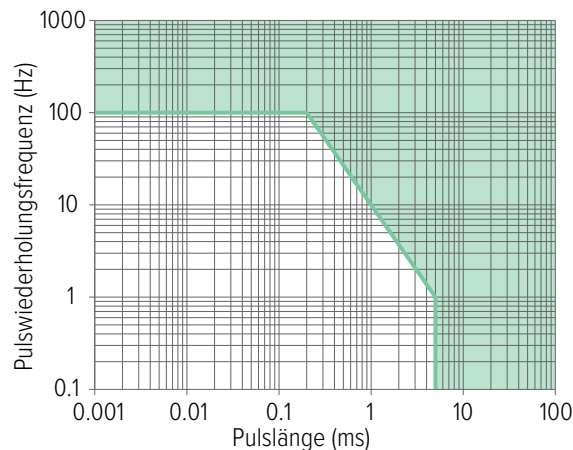


Abbildung 9. Messkapazität bei gepulster Strahlung für Temperaturen bis 30 °C (86 °F). **Grüner Bereich:** Das Ansprechvermögen liegt innerhalb $\pm 20\%$ des Ansprechvermögens bei kontinuierlicher Strahlung.

Die Dosisleistung wird über eine Sekunde oder länger gemittelt und einmal pro Sekunde aktualisiert. Daher benötigt das Instrument einen Strahlungspuls von mindestens 2 Sekunden, um die Dosisleistung des Pulses zuverlässig zu messen. Mit der gemessenen Dosis und einer bekannten Pulslänge ist es möglich, die Dosisleistung eines kürzeren Pulses manuell zu berechnen.

Bei der Messung von kontinuierlich wiederkehrenden Strahlungspulsen, z. B. von gepulster Fluoroskopie oder Linacs, misst das Gerät die durchschnittliche Dosisleistung. Wenn der Arbeitszyklus bekannt ist, kann dieser als Korrektur zur Berechnung der Dosisleistung in den Strahlungspulsen verwendet werden.

HINWEIS Bei Temperaturen über 30 °C (86 °F) nimmt die Fähigkeit des Instruments, Strahlung aus gepulsten Quellen zu handhaben, mit zunehmender Temperatur allmählich ab.

MESSEN OHNE KAPPE

Für Messungen ohne Kappe, zum Beispiel auf einer möglicherweise kontaminierten Oberfläche:

1. Kappe abnehmen. Bei Messungen ohne Kappe ist der aktive Sensor immer der Geiger-Müller-Zähler, **G** in Abbildung 1 auf Seite 24.
2. Den Messton einschalten.
Tipp: Durch langes Drücken der linken Pfeiltaste wird der Messton ein- und ausgeschaltet.
3. Halten Sie das Instrument nahe an die Oberfläche, ohne diese zu berühren.
4. Scannen Sie die Oberfläche langsam ab, ungefähr 1 cm/s (½ Zoll pro Sekunde).

Das Gerät zählt Pulse im Geiger-Müller-Zähler, verursacht durch Alpha-, Beta- und Gammastrahlung. Nach jeder Entladung benötigt der Zähler einige zehn Mikrosekunden zum Aufladen, die sogenannte Totzeit. Das Instrument korrigiert die Auswirkung dieser Totzeit jede Millisekunde automatisch.

Das Instrument verfügt nicht über eine Funktion zur Nullpunkteinstellung, und die Messungen beinhalten Hintergrundstrahlung.

Messparameter

Anzahl

Die *Anzahl* ist die Summe aller Entladungsereignisse während der aktuellen Messung, korrigiert einmal pro Millisekunde für die Totzeit.

Zählrate

Die *Zählrate* verwendet einen Algorithmus, der Veränderungen in der Strahlung mit einer Reaktionszeit von ein paar Sekunden oder weniger erkennt, aber in einigen Fällen mehr Zeit benötigen kann, um sich zu stabilisieren. Siehe Tabelle 3 auf Seite 31.

Die Zählrate wird über 1 Sekunde, oder länger, gemittelt und einmal pro Sekunde aktualisiert, weshalb das Gerät für mindestens 2 Sekunden einen stabilen Strahlungspegel benötigt, um die Rate zuverlässig zu messen.

RATE (cps)	RATE (cpm)	ZEIT BIS ZUR MAXIMALEN STABILITÄT
≤ 0,5	≤ 30	60 s
1,5	90	33 s
5	300	10 s
15	900	10 s
50	3 k	10 s
150	9 k	7 s
500	30 k	4 s
≥ 1500	≥ 90 k	2 s

Tabelle 3. Stabilisierungszeiten der Zählrate.

Spitzen-Zählrate (^)

Die *Spitzen-Zählrate* ist die höchste angezeigte Zählrate seit dem letzten Reset. Siehe Definition Zählrate.

Aktivitätsberechnung

Die ungefähre Aktivität der detektierten Nuklide kann aus der Zählrate berechnet werden, siehe Tabelle 4 auf Seite 32. Bei nicht gelisteten Nukliden können sie mit dem Zerfallstyp und der Teilchenenergie interpolieren.

RADIONUKLID	ZERFALL ($E_{\max}$, MeV)	TYPISCHE AKTIVITÄT PRO ZÄHLRATE (Bq/cps), (dpm/cpm)
^{14}C	β^- (0,16)	17
^{60}Co	β^- (0,32)	6
^{36}Cl	β^- (0,71)	4
$^{90}\text{Sr} / ^{90}\text{Y}$	β^- (0,55 / 2,28)	3
^{239}Pu	α (5,16)	8
^{241}Am	α (5,49)	8

Tabelle 4. Umrechnungsfaktoren von Zählrate zu Aktivität.

Tabelle 4 auf Seite 32 basiert auf Messungen mit einem Abstand von 3 mm zwischen dem Instrumentengehäuse (ohne Kappe) und einer Al-Platte mit einer dünnen Radionuklidschicht (Weitbereichsklasse 2 gemäß ISO 8769:2010). Unter anderen Messbedingungen, beispielsweise unterschiedlichen physikalischen Eigenschaften der Strahlungsquelle, wie Dicke, Größe und Reinheit, können diese Umrechnungsfaktoren die Aktivität zu niedrig einschätzen.

Beispiel: Das Gerät misst 20 cps (1200 cpm) über dem Hintergrund in kurzer Entfernung von einer Americium-241 enthaltenden Probe. Die Aktivität des Partikels beträgt mindestens $20 \text{ cps} \times 8 \text{ Bq/cps} = 160 \text{ Bq}$ ($1200 \text{ cpm} \times 8 \text{ dpm/cpm} = 9600 \text{ dpm}$).

RAYSAFE VIEW



Abbildung 10. Das Gerät mit RaySafe View verbinden.

Verwenden Sie das mit dem Gerät gelieferte USB-Kabel, um es mit einem Computer mit RaySafe View zu verbinden.

RaySafe View beinhaltet:

- Echtzeitanzeige der Messwerte.
- Fernbedienung des Geräts (Einstellungen ändern, Messwerte speichern).
- Import von im Gerät gespeicherten Messwerten.
- Datenanalyse des Ratenprotokolls in Kurvenform.
- Die Möglichkeit, Messungen auf dem Computer zu speichern.
- Datenexport zu Microsoft Excel und zu CSV-Dateien.

Laden Sie RaySafe View von www.flukebiomedical.com herunter.

WARTUNG

Akku aufladen

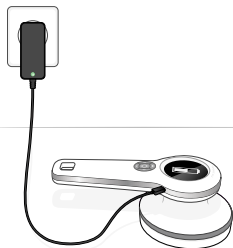


Abbildung 11. Schließen Sie das USB-Ladegerät an.

Um den Akku aufzuladen, verbinden Sie den USB-Stecker des Instruments über das mitgelieferte Ladegerät mit einer Steckdose im Innenbereich. Sie können auch mit einer USB-Powerbank oder durch Anschließen an einen USB-Anschluss eines Computers aufladen. Der Ladevorgang erfolgt jedoch mit dem mitgelieferten Ladegerät schneller (ca. 3 Stunden von leerem bis zum vollen Akku anstelle von 12 Stunden).

HINWEIS Wenn Sie das Gerät verwenden, während das Batteriesymbol rot ist, kann es sich jederzeit automatisch abschalten.

⚠ WARNUNG Achten Sie darauf, dass der USB-Anschluss am Gerät sauber und trocken ist, bevor Sie ein Kabel anschließen.

Reinigung

Reinigen Sie das Instrument mit montierter Kappe mit einem feuchten Tuch und einem milden Reinigungsmittel.

Das Instrument ist ohne Kappe nicht wasserdicht. Wenn das Instrument bei abgenommener Kappe kontaminiert ist, wischen Sie den kontaminierten Bereich vorsichtig mit einem Tuch ab und vergewissern Sie sich, dass das Instrument und die Kappe trocken sind, bevor Sie die Kappe anbringen.

Lagerung

Das Gerät ausgeschaltet und mit montierter Kappe aufbewahren.

Service

Wenden Sie sich für Service an den Hersteller. Siehe „Service- und Supportkontakte“ auf Seite 41.

HINWEIS RaySafe 452 besitzt keine Teile die vom Anwender gewartet werden können.

FEHLER UND SYMBOLE

Instrumentfehler

Selbsttests werden beim Start ausgeführt, und kontinuierlich während des Betriebs.

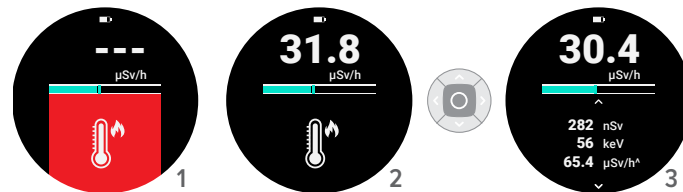


Abbildung 12. 1: Fehlerbildschirm. 2: Bestätigungsbildschirm. 3: Messbildschirm.

Wenn ein Fehler auftritt, wird der Messbildschirm durch ein Fehlersymbol auf rotem Hintergrund (**1** in Abbildung 12 auf Seite 33) blockiert, und das Instrument gibt alle fünfzehn Sekunden einen Piepton ab. Während der Bildschirm rot ist, misst das Instrument nicht.

Wenn der Fehler endet, startet das Gerät automatisch eine neue Messung, während das Fehlersymbol auf schwarzem Hintergrund weiter angezeigt wird (**2** in Abbildung 12 auf Seite 33). Drücken Sie die mittlere Taste, um das Symbol zu bestätigen und die laufende Messung anzuzeigen (**3** in Abbildung 12 auf Seite 33).

FEHLER-SYMBOL	TYP	AKTION
	Gerätefehler (#2, #3, #4, #6, #7, #8)	Starten Sie das Instrument neu. Falls der Fehler weiterhin auftritt, bitte den Kundendienst kontaktieren. Siehe „Service- und Supportkontakte“ auf Seite 41.
	Dosisleistung zu hoch	Die Dosisleistung liegt außerhalb der Spezifikation. Erhöhen Sie den Abstand zur Strahlungsquelle, um die Leistung zu verringern.
	Instrument zu kalt	Lassen Sie das Gerät auf über -20 °C (-4 °F) aufwärmen.
	Instrument zu warm	Lassen Sie das Gerät auf unter 50 °C (122 °F) abkühlen.
	Korrekturer Kappentyp wurde nicht erkannt	Montieren Sie eine mit dem Instrument gelieferten Kappe und/oder stellen Sie sicher, dass die Kappe richtig montiert ist. Einige Geräte Modelle erfordern eine Kappe zum Betrieb.

Andere Anzeigesymbole

SYMBOL	TYP	BEDEUTUNG
	Neue Messung gestartet	Nach 24 Stunden kontinuierlicher Messung speichert das Gerät automatisch eine Messung und startet eine neue Messung. Bestätigen Sie dies mit einem Druck auf die mittlere Taste, um zum Messbildschirm zurückzukehren.
	Fehlerhafte Messung	Diese gespeicherte Messung ist fehlerhaft und kann nicht angezeigt werden.

Symbole auf Etiketten

Eine vollständige Liste der geltenden Produktsymbole finden Sie unter www.flukebiomedical.com/resource/certification-sheets.

SYMBOL	BEDEUTUNG
	VORSICHT – GEFAHRENPOTENZIAL. Ziehen Sie die Benutzerdokumentation zu Rate.
	Hersteller
	Artikelnummer
	Seriennummer
	Dieses Produkt entspricht den Kennzeichnungsanforderungen der WEEE-Richtlinie. Das angebrachte Etikett weist darauf hin, dass Sie dieses elektrische/elektronische Produkt nicht im Hausmüll entsorgen dürfen. Produktkategorie: In Bezug auf die Gerätetypen im Anhang I der WEEE-Richtlinie ist dieses Produkt als Produkt der Kategorie 9 „Überwachungs- und Kontrollinstrumente“ klassifiziert. Entsorgen Sie dieses Produkt nicht im Hausmüll.
	Keine der in China von RoHS-Vorschriften eingeschränkten Substanzen liegt über den zulässigen Werten.

TECHNISCHE DATEN

Allgemein

Sicherheitsstandard	Entspricht IEC 61010-1:2010, Verschmutzungsgrad 2
Strahlungsmessgerätestandard	Entspricht IEC 60846-1:2009, mit Ausnahme der EMV, die IEC 61326-1:2012 entspricht, und der Lautstärke des Messalarms.
Abmessungen	250 x 127 x 83 mm (9,8 x 5,0 x 3,3 Zoll)
Gewicht	0,8 kg (1,7 pounds)
Bildschirm	240 x 400 Pixel Farb-LCD, in Sonnenlicht lesbar, Beleuchtung
Messalarm	65 dB(A) bei 30 cm (12 Zoll)
Betriebstemperatur	-20 – +50 °C (-4 – +122 °F)
Lagertemperatur	-30 – +70 °C (-22 – +158 °F)
Akkuladetemperatur	+10 – +40 °C (+50 – +104 °F)
Atmosphärischer Druck	70 – 107 kPa, Höhe bis zu 3000 m (10 000 ft)
IP-Code	IP64 (staubdicht und wasserbeständig) nach IEC 60529:1989 – 2013, mit Kappe montiert, Dichtungen intakt und nichts mit USB-Anschluss verbunden
Luftfeuchtigkeit, ohne Kappe	< 90 % relative Luftfeuchtigkeit, nicht kondensierend
Akkulaufzeit	Bis zu 100 Stunden
Akku	Integrierter wiederaufladbarer Lithium-Ionen-Akku 18650 (< 3600 mAh, 3,6 V)
Stecker	USB micro (5 V Gleichstrom, 1,3 A), für Kommunikation und Laden
Halterung	Standard ¼"-Stativgewinde am Griff
Datenspeicher	4000 gespeicherte Messungen und 10 Tage Dosisleistungsprotokoll mit 1 s Auflösung
Software	RaySafe View (für Fernbedienung, Analyse und Datenexport)

Radiologie

Umgebungs-Äquivalentdosis, $H^*(10)$

Messbereich	0 µSv/h – 1 Sv/h (0 µrem/h – 100 rem/h)	
Zählerauflösung	0,01 µSv/h (1 µrem/h) oder 3 Stellen	
Dosisauflösung	0,1 nSv (0,01 µrem) oder 3 Stellen	
Strahlung festgestellt	γ- und Röntgenstrahlen > 10 keV	
Linearität, ¹³⁷ Cs	±10 %, nach Abzug der Hintergrundstrahlung	
Energiebereich	16 keV – 7 MeV	
Energieabhängigkeit des Ansprechvermögens ¹	> 20 µSv/h (2 mrem/h) und $T < 30$ °C (86 °F)	±25 %, 16 – 20 keV ±15 %, 20 keV – 5 MeV ±25 %, 5 – 7 MeV
	ansonsten	±25 %, 16 – 20 keV ±20 %, 20 keV – 1 MeV -25 % – +150 %, 1 – 7 MeV
Minimale Röntgenpulslänge ²	5 ms bei $T < 30$ °C (86 °F)	
Minimale Linac-Frequenz ^{2, 3}	100 Hz bei $T < 30$ °C (86 °F)	
Reaktionszeit	~2 s um einen Schritt von 0,2 auf 2 µSv/h zu erkennen (20 bis 200 µrem/h)	
IEC 60846-1 Energiebereich ⁴	20 keV – 2 MeV, Einfallswinkel ±45°	
IEC 60846-1 Dosisleistungsbereich ⁴	1 µSv/h – 1 Sv/h (100 µrem/h – 100 rem/h)	
IEC 60846-1 Dosisbereich ⁴	1 µSv – 24 Sv (100 µrem – 2,4 krem), Variationskoeffizient < 3 %	
Einheiten	Sv rem (1 rem = 1/100 Sv)	

Luftkerma, K_{air}

Messbereich	0 $\mu\text{Gy/h}$ – 1 Gy/h (0 $\mu\text{R/h}$ – 114 R/h)	
Zählerauflösung	0,01 $\mu\text{Gy/h}$ (1 $\mu\text{R/h}$) oder 3 Stellen	
Dosisauflösung	0,1 nGy, (0,01 μR) oder 3 Stellen	
Strahlung festgestellt	γ - und Röntgenstrahlen > 10 keV	
Linearität, ^{137}Cs	$\pm 10\%$, nach Abzug der Hintergrundstrahlung	
Energiebereich	30 keV – 7 MeV	
Energieabhängigkeit des Ansprechvermögens ¹	> 20 $\mu\text{Gy/h}$ (2,3 mR/h) und $T < 30\text{ °C}$ (86 °F)	$\pm 15\%$, 30 keV – 5 MeV $\pm 25\%$, 5 – 7 MeV
	ansonsten	$\pm 30\%$, 30 keV – 1 MeV –25 % – +120 %, 1 – 7 MeV
Minimale Röntgenpulslänge ²	5 ms bei $T < 30\text{ °C}$ (86 °F)	
Minimale Linac-Frequenz ^{2,3}	100 Hz bei $T < 30\text{ °C}$ (86 °F)	
Reaktionszeit	~ 2 s um einen Schritt von 0,2 auf 2 $\mu\text{Gy/h}$ zu erkennen (23 bis 230 $\mu\text{R/h}$)	
Einheiten	Gy rad (1 rad = 1/100 Gy) R (1 R = 1/114,1 Gy)	

Mittlere Photonenenergie, $\bar{E}$

Messbereich	20 keV – 600 keV
Unsicherheit	10 % bei < 100 keV, sonst 20 %
Definierender Standard	ISO 4037-1:2019
Mindestdosisleistung ⁵	20 $\mu\text{Sv/h}$ (2 mrem/h) oder 20 $\mu\text{Gy/h}$ (2,3 mR/h), bei $T < 30\text{ °C}$ (86 °F)

Zähler (α , β , γ)

Detektortyp	Geiger-Müller-Zähler	
Fenster	Mica, 1,5 – 2 mg/cm^2	
Empfindlicher Bereich	15,55 cm^2 , hinter 79 % offenem Stahlgitter	
Strahlung festgestellt	$\alpha > 3,5$ MeV $\beta > 40$ keV γ und Röntgenstrahlen > 5 keV	
Messbereich	0 cps – 20 kcps (0 cpm – 1,2 Mcpm)	
Zählerauflösung	0,1 cps (1 cpm) oder 3 Stellen	
Zählerauflösung	1 Zählung oder 3 Stellen	
Totzeitkorrektur	Automatisch, Linearität innerhalb von –10 % – +30 %	
Typischer Hintergrund bei 0,1 $\mu\text{Sv/h}$	0,5 cps (30 cpm)	
Typische Gamma-Empfindlichkeit, ^{137}Cs	6 cps / $\mu\text{Gy/h}$ (3000 cpm / mR/h)	
Reaktionszeit	~ 2 s um einen Schritt von 1 auf 10 cps zu erkennen (60 bis 600 cpm)	
Einheiten	cps cpm (1 cpm = 1/60 cps)	
Ansprechvermögen zu 2 π Emission ⁶	Radionuklid	Typische Effizienz
	^{14}C	β^- (0,16 MeV) 15 %
	^{60}Co	β^- (0,32 MeV) 31 %
	^{36}Cl	β^- (0,71 MeV) 43 %
	^{90}Sr / ^{90}Y	β^- (0,55 / 2,28 MeV) 49 %
	^{239}Pu	α (5,16 MeV) 26 %
	^{241}Am	α (5,49 MeV) 26 %

FUSSNOTEN

1. Das Gerät verwendet einen Geiger-Müller-Zähler bei niedrigen Raten und einen Cluster von Halbleitersensoren für höhere Raten. Die Rate, bei der sich die Halbleitersensoren einkoppeln, erhöht sich bei Temperaturen über 30 °C (86 °F) schrittweise mit der Temperatur.
2. Grenze, bei der das Ansprechvermögen bei kontinuierlicher Strahlung innerhalb von $\pm 20\%$ liegt. Oberhalb von 30 °C (86 °F) nimmt die Fähigkeit des Instruments, niedrige Linac-Pulsraten und kurze Röntgenpulse zu verarbeiten, mit zunehmender Temperatur allmählich ab.
3. Bezieht sich auf die (Mikrowellen-)Pulsfrequenz typischer medizinischer Linearbeschleuniger. Jeder Puls hat eine typische Dauer von einigen μs .
4. Bereiche, in denen das Gerät IEC 60846-1:2009 erfüllt.
5. Über 30 °C (86 °F) steigt die Mindestdosisleistung mit zunehmender Temperatur an.
6. Gemessen in einem Abstand von 3 mm zwischen Gerätegehäuse (ohne Kappe) und Weitbereichsquellen der Klasse 2 gemäß ISO 8769:2010.

Sensorposition

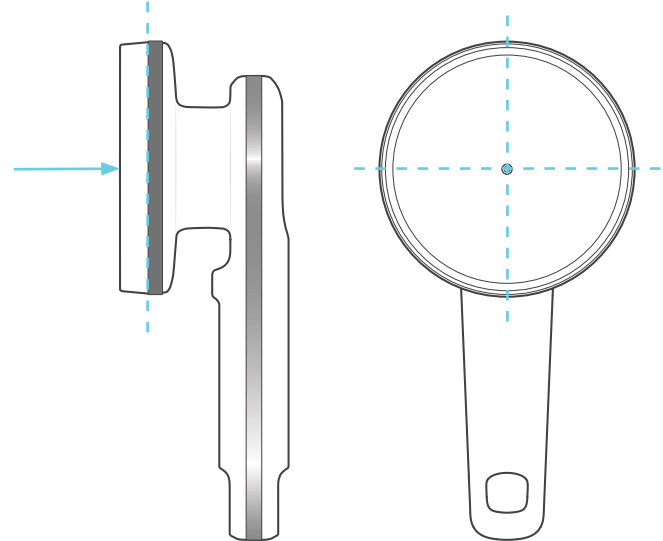
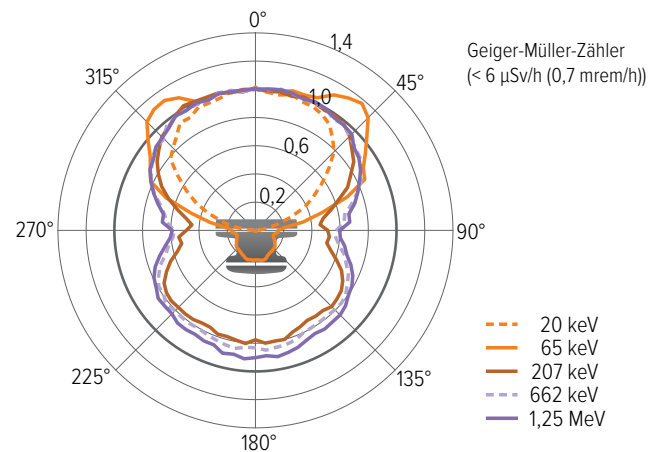
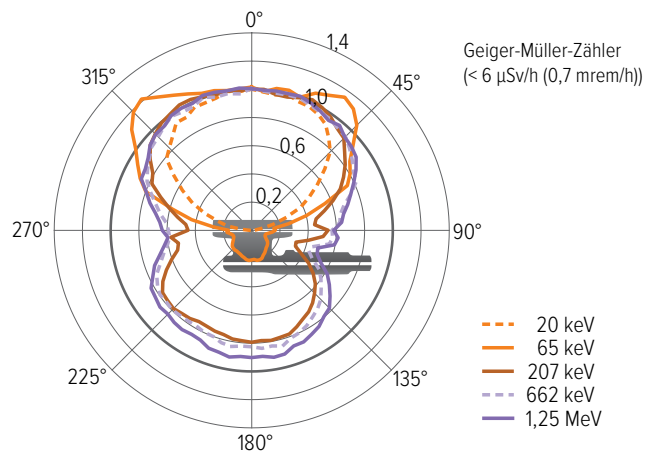
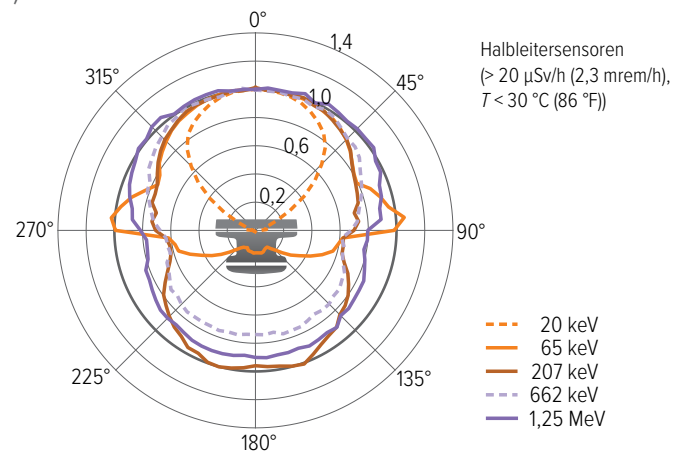
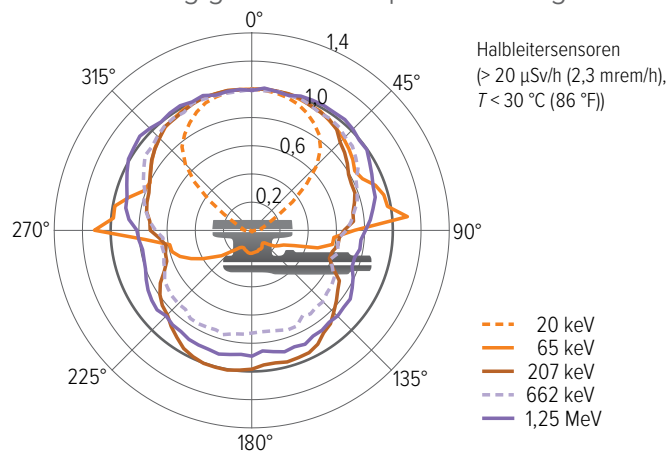
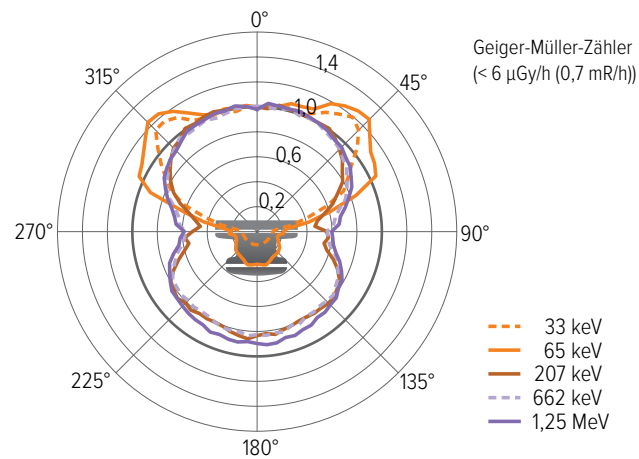
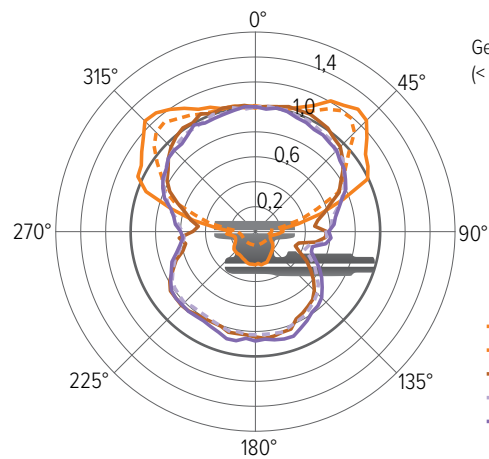
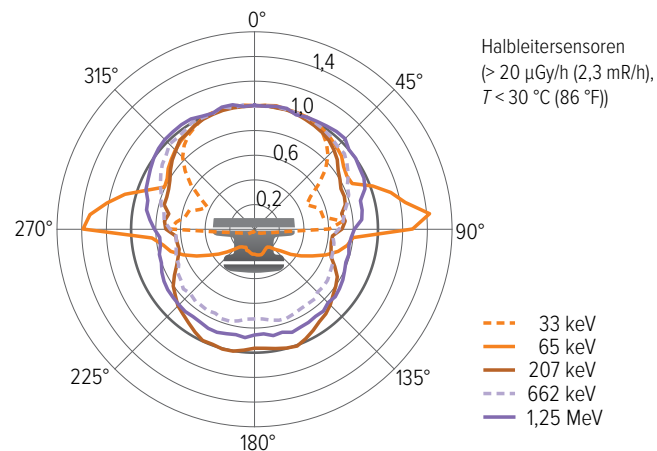
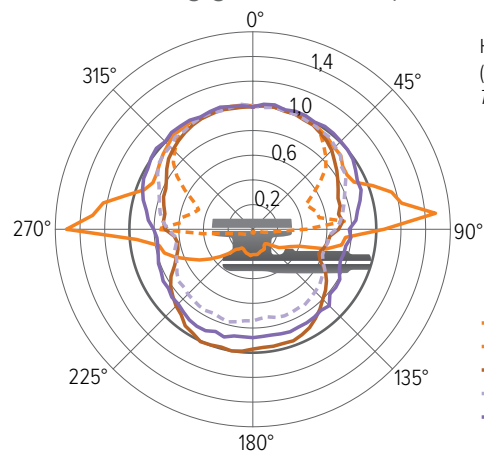


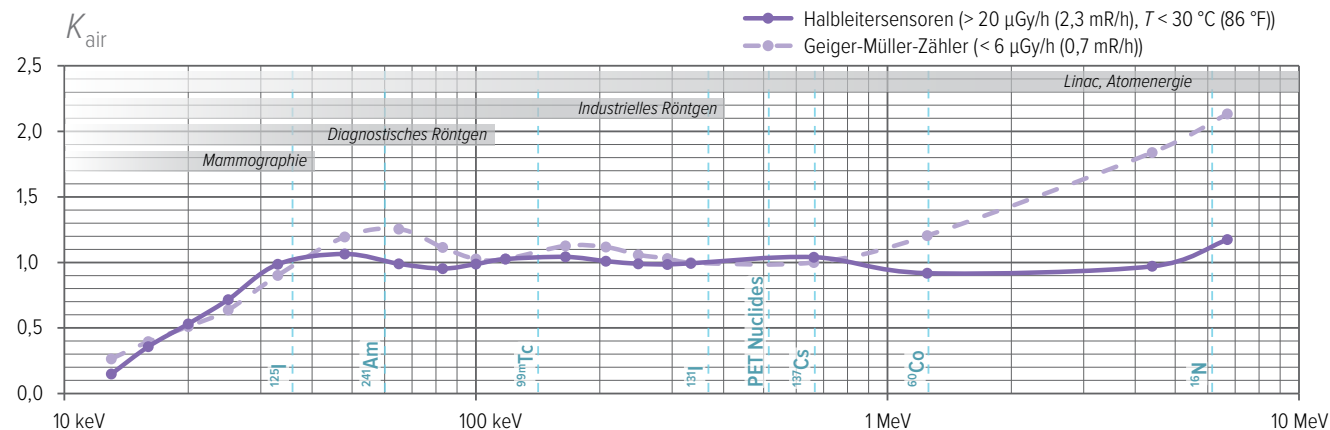
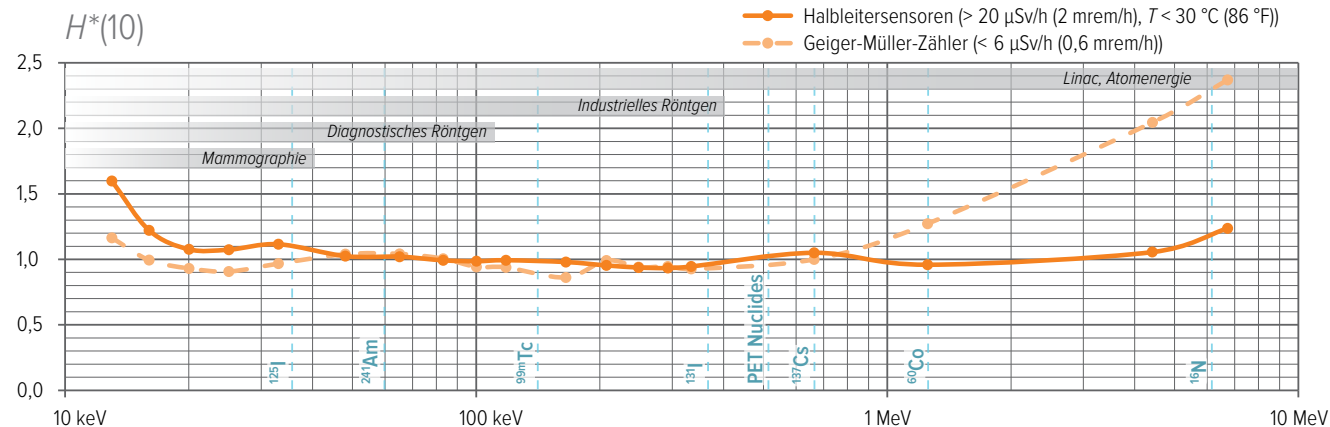
Abbildung 13. Sensor-Referenzrichtung, Referenzebene und Referenzpunkt.

Winkelabhängigkeit des Ansprechvermögens – $H^*(10)$ 

Winkelabhängigkeit des Ansprechvermögens – K_{air}



Typische Energieabhängigkeit des Ansprechvermögens



SOFTWARELIZENZEN

FreeRTOS-Lizenz finden Sie auf der RaySafe 452-Produktseite unter www.flukebiomedical.com.

GARANTIE

Fluke Biomedical gewährt Garantie bei Material- und Verarbeitungsfehlern für ein Jahr ab Kaufdatum ODER zwei Jahre, wenn Sie das Instrument am Ende des ersten Jahres an ein Fluke Biomedical- oder RaySafe-Servicecenter zur Kalibrierung senden. Für diese Kalibrierung wird Ihnen unsere übliche Gebühr in Rechnung gestellt. Während der Garantiezeit reparieren oder ersetzen wir (nach unserer Beurteilung) kostenlos ein Produkt, das sich als defekt erweist, vorausgesetzt, Sie senden das Produkt per Vorkasse an Fluke Biomedical zurück. Diese Garantie gilt nur für den Erstkäufer und ist nicht übertragbar. Die Garantie gilt nicht, wenn das Produkt durch einen Unfall oder Missbrauch beschädigt wurde oder von einer anderen als einer autorisierten Fluke Biomedical-Kundendienststelle gewartet oder modifiziert wurde. ES WERDEN KEINE WEITEREN GARANTIEN, WIE Z. B. DIE EIGNUNG FÜR EINEN BESTIMMTEN ZWECK, AUSDRÜCKLICH ODER STILLSCHWEIGEND GEWÄHRT. FLUKE HAFTET NICHT FÜR BESONDERE, INDIREKTE, ZUFÄLLIGE ODER FOLGERICHTIGE SCHÄDEN ODER VERLUSTE, EINSCHLIESSLICH DATENVERLUSTE, DIE SICH AUS EINER URSACHE ODER THEORIE ERGEBEN.

Diese Garantie gilt nur für serialisierte Produkte und deren Zubehörteile, die mit einem separaten Seriennummernschild versehen sind. Die Neukalibrierung von Instrumenten wird nicht von der Garantie abgedeckt.

Diese Garantie gibt Ihnen spezifische Rechtsansprüche und Sie können auch andere Rechte haben, die je nach Land unterschiedlich sind. Da einige Rechtsordnungen den Ausschluss oder die Einschränkung einer stillschweigenden Garantie oder von Neben- oder Folgeschäden nicht zulassen, gilt diese Haftungsbeschränkung möglicherweise nicht für Sie. Wenn eine Bestimmung dieser Garantie von einem Gericht oder einem anderen Entscheidungsträger der zuständigen Gerichtsbarkeit für ungültig oder nicht durchsetzbar erklärt wird, hat dies keine Auswirkungen auf die Gültigkeit oder Durchsetzbarkeit anderer Bestimmungen.

SERVICE-UND SUPPORTKONTAKTE

Informationen zu Service und Support finden Sie auf der RaySafe 452-Produktseite unter www.flukebiomedical.com.

Hergestellt von:
Fluke Biomedical
6920 Seaway Blvd.
Everett, WA
USA

Manual de usuario (ES)

ACERCA DE RAYSAFE 452	44	Almacenamiento	53
CÓMO EMPEZAR	45	Servicio técnico	53
ACCIONES Y AJUSTES	46	ERRORES Y SÍMBOLOS	53
Información general de pantalla	46	Errores del instrumento	53
Almacenamiento de mediciones	46	Otros símbolos de la pantalla	54
Acceso a las mediciones almacenadas	46	Símbolos en las etiquetas	54
Tapas y cantidades	47	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	55
Botones y menús	47	General	55
MEDICIÓN CON TAPA	49	Radiología	55
Parámetros de medición	49	Posición del sensor	57
Fuentes de radiación intermitente	50	Respuesta angular – $H^*(10)$	58
MEDIDA SIN TAPA	50	Respuesta angular – K_{aire}	59
Parámetros de medición	51	Respuesta de energía normal	60
Cálculo de actividad	52	LICENCIAS DE SOFTWARE	61
RAYSAFE VIEW	52	GARANTÍA	61
MANTENIMIENTO	53	CONTACTOS DE SERVICIO Y SOPORTE	61
Carga de la batería	53		
Limpieza	53		

ACERCA DE RAYSAFE 452

RaySafe 452 es un dispositivo portátil diseñado para monitorizar y medir los niveles de radiación en interiores y de forma temporal en exteriores, para aplicaciones nucleares, industriales y médicas.

⚠ ADVERTENCIA RaySafe 452 no sustituye a ningún equipo de protección contra radiación.

⚠ ADVERTENCIA RaySafe 452 no sustituye a los dosímetros personales o legales.

⚠ ADVERTENCIA RaySafe 452 no está homologado para su uso en entornos con atmósfera explosiva.

⚠ ADVERTENCIA Utilice RaySafe 452 únicamente como se especifica; de lo contrario, la protección proporcionada en el diseño puede verse comprometida.

⚠ ADVERTENCIA Tenga especial cuidado al medir en fuentes de radiación intermitente, como rayos X pulsantes o aceleradores lineales de partículas (Linac). Consulte "Fuentes de radiación intermitente" en la página 50.

RaySafe 452 (el instrumento) se utiliza con diferentes tapas, o sin tapa, para cuantificar la dosis, la tasa de dosis, la energía fotónica media, las cuentas y la tasa de cuentas.

El instrumento consta de dos sistemas de sensores que se manejan automáticamente:

1. Un detector Geiger-Müller de tipo pancake, utilizado en tasas de dosis bajas y, sin tapa, como contador $\alpha/\beta/\gamma$ (alfa, beta, gamma).
2. Un grupo de sensores de estado sólido, utilizados a tasas de dosis medias a altas.

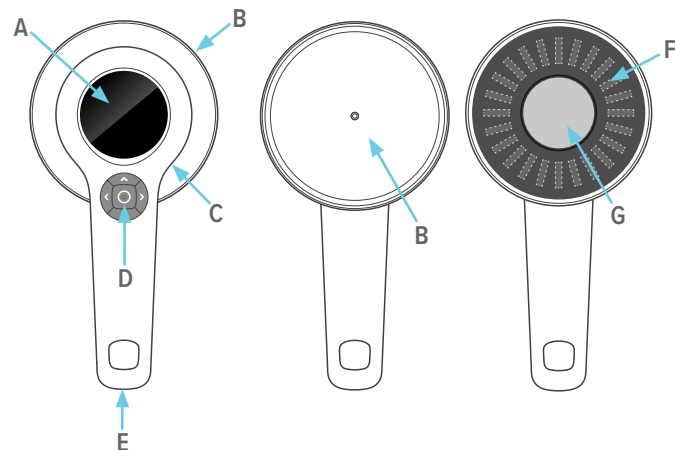


Figura 1. Información general del instrumento. **A:** pantalla. **B:** tapa. **C:** conector USB para cargador y ordenador. **D:** botones (central, izquierda, derecha, arriba, abajo). **E:** soporte con tornillos para trípode. **F:** sensores de estado sólido tras una cubierta de fibra de carbono. **G:** detector Geiger-Müller tras una rejilla de acero.

NOTA La ventana de entrada del detector Geiger-Müller de tipo pancake (**G** en la Figura 1 en la página 44), es muy frágil y no debe tocarse nunca. El detector Geiger-Müller de tipo pancake también es sensible a los golpes mecánicos.

CÓMO EMPEZAR

Encienda el instrumento con una pulsación prolongada (aproximadamente 3 segundos) del botón central (⏻).

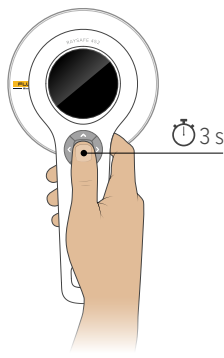


Figura 2. Encendido.

El instrumento empieza a medir después de unos 5 segundos.

Coloque el instrumento con los sensores orientados hacia la fuente de radiación. El instrumento cambiará entre sus distintos sistemas de sensores y adaptará sus tiempos promedio automáticamente.

Las magnitudes de medición cambian en función de la tapa.

Consulte "Tapas y cantidades" en la página 47.



Figura 3. Posición con el área del sensor orientada a la fuente de radiación.

Apáguelo con una pulsación prolongada del botón central.

El instrumento almacena de forma automática un registro de valores de tasa con una resolución de 1 segundo.

ACCIONES Y AJUSTES

Información general de pantalla

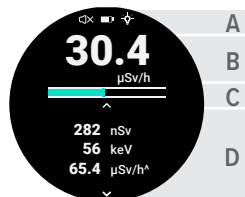


Figura 4. Información general de pantalla.

- A. Símbolos de estado: sonido de la medición, batería e iluminación de la pantalla.
- B. Tasa de dosis actual o tasa de cuentas. La cantidad y la unidad mostradas cambian con la tapa y los ajustes. Consulte Tabla 1 en la página 47 para obtener más información.
- C. Barra de tasa. La barra de tasa muestra la tasa actual, sin promediar, actualizada 4 veces por segundo. La escala es logarítmica y cubre el rango de tasa especificado.
- D. Contenido variable: parámetros de medición actuales, ajustes, mediciones almacenadas, pantalla de error o de confirmación, en función de la interacción del usuario y de las condiciones ambientales.

Almacenamiento de mediciones

Almacene manualmente una medición pulsando brevemente el botón central.

El almacenamiento de una medición guarda y reinicia todas las lecturas mostradas.

Una medición también se almacenará automáticamente en los siguientes casos:

- Al montar o desmontar una tapa.
- Cuando el instrumento se apaga.
- Cuando un estado de error interrumpe la medición en curso.
- Después de 24 horas de medición continua.

Acceso a las mediciones almacenadas

Se puede acceder a todas las mediciones almacenadas con un ordenador que ejecute RaySafe View. Consulte "RaySafe View" en la página 52. Las mediciones recientes tienen un registro de tasa con una resolución de 1 segundo, que se muestra en RaySafe View como una forma de onda.

En la pantalla del instrumento se puede acceder a las mediciones memorizadas desde el último encendido. Presione la flecha hacia abajo para ver las mediciones almacenadas. Consulte Figura 5 en la página 46. Pase de una medición a otra con los botones de flecha izquierda y derecha.

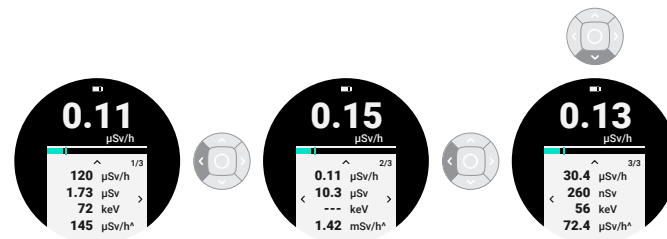


Figura 5. Acceda a las mediciones almacenadas.

Después de 10 días de registro o de 4000 mediciones almacenadas, las entradas más antiguas se sobrescribirán cíclicamente.

Tapas y cantidades

En función del modelo, el instrumento se equipa con diferentes conjuntos de tapas con distintas composiciones de filtros.

Las tapas tienen soportes de bayoneta. Oriente la línea de la tapa con la línea del instrumento, júntelas y gire para fijar la tapa.

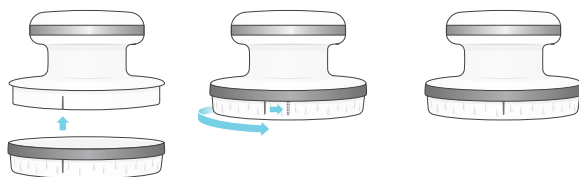


Figura 6. Monte una tapa.

NOMBRE DE LA TAPA	CANTIDAD DE DOSIS	UNIDADES
Ambient	Dosis ambiental equivalente, $H^*(10)$	Sv, rem
Air kerma	Kerma en aire, K_{aire}	Gy
	Dosis absorbida en el aire, D_{aire}	rad
	Exposición, X	R
Sin tapa	Cuentas (α , β , γ)	cps, cpm

Tabla 1. Tapas y cantidades medidas.

Cambie la unidad de medición en el menú de ajustes. Consulte "Botones y menús" en la página 47.

El instrumento se calibra con sus tapas asociadas y solo se utilizará con las tapas suministradas con el instrumento. La fecha de calibración y el número de serie están impresos en la etiqueta de la tapa.

NOTA Antes de exponer el instrumento al agua o al polvo, asegúrese de que la junta de goma esté intacta y limpia, que la tapa esté correctamente montada y que no haya nada conectado al conector USB.

Botones y menús



Figura 7. Botón central.

Una *pulsación prolongada* del botón central permite encender o apagar el instrumento.

Cuando el instrumento muestra la pantalla de medición, una *pulsación breve* del botón central almacena una medición. En todas las demás pantallas, una pulsación breve del botón central devuelve la pantalla de medición.



Figura 8. Botones de flecha.

Después del encendido, la pantalla de medición es la pantalla que aparece de forma predeterminada. Presione hacia arriba en la pantalla de medición para acceder a los ajustes.

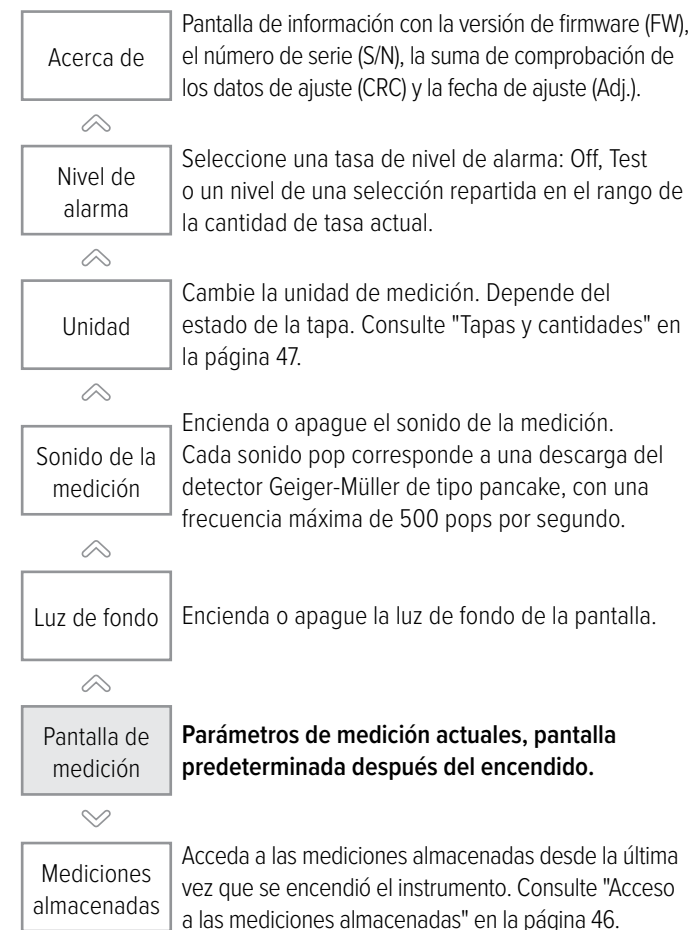
Presione hacia la izquierda o la derecha, como se indica en la pantalla, para alternar entre los ajustes seleccionables. El ajuste se cambia inmediatamente. Presione el botón central para volver a la pantalla de medición.

Presione hacia abajo en la pantalla de medición para acceder a las mediciones almacenadas. Las mediciones almacenadas se ordenan en orden cronológico, de derecha a izquierda.

Hay dos métodos abreviados:

- Una pulsación prolongada del botón de flecha izquierda alterna el sonido de la medición (encendido/apagado).
- Una pulsación prolongada del botón de flecha derecha alterna la luz de fondo de la pantalla (encendido/apagado).

Estructura del menú



MEDICIÓN CON TAPA

Seleccione la tapa que quiere utilizar (*Ambient* o *Air kerma*).

1. Monte la tapa.
2. Coloque el instrumento con los sensores (área plana de la tapa) orientados a la fuente de radiación.

El instrumento maneja sus dos sistemas de sensores a la perfección, tanto para fuentes continuas de radiación como para fuentes intermitentes. Consulte "Fuentes de radiación intermitente" en la página 50.

El instrumento no tiene funcionalidad de ajuste cero y las mediciones incluyen radiación de fondo.

Parámetros de medición

Dosis y tasa de dosis

Dosis es toda la dosis acumulada durante la medición actual.

Tasa de dosis utiliza un algoritmo que detecta los cambios de radiación con un tiempo de respuesta de unos pocos segundos o menos, aunque en algunos casos puede necesitar más tiempo para estabilizarse, de acuerdo con Tabla 2 en la página 49.

TASA DE DOSIS ($\mu\text{Gy/h}$, $\mu\text{Sv/h}$)	TASA DE DOSIS (mrad/h , mR/h , mrem/h)	TIEMPO HASTA LA MÁX. ESTABILIDAD
$\leq 0,1$	$\leq 0,01$	60 s
0,3	0,03	30 s
1	0,1	10 s
3	0,3	10 s
10	1	10 s
30	3	10 s
100	10	5 s
≥ 300	≥ 30	2 s

Tabla 2. *Tiempos de estabilización de la tasa de dosis.*

NOTA *Es posible que las lecturas de la tasa de dosis necesiten tiempo adicional para estabilizarse en un valor más bajo después de niveles altos de radiación, debido al brillo residual de los centelleadores en los sensores de estado sólido.*

NOTA *El instrumento no es sensible a los neutrones. Esto se ha probado mediante el uso de neutrones térmicos de una fuente moderada de $^{241}\text{Am-Be}$. Se ha descubierto que la respuesta era inferior al 5 % de la dosis ambiental equivalente de neutrones.*

Tasa de dosis máxima (^)

Tasa de dosis máxima es la lectura de la tasa de dosis más alta mostrada desde el último reinicio. Consulte la definición de la tasa de dosis.

NOTA *El instrumento detecta muones, creados cuando partículas interestelares de alta energía de la Vía Láctea chocan contra la atmósfera de la Tierra. Los muones interactúan con los sensores de estado sólido (cuando se mide con tapa) y crean pulsos de tasa de dosis cortos (1–2 s) de aproximadamente 100 veces el*

fondo. A nivel del mar, el instrumento suele detectar unos pocos muones al día, pero a mayores altitudes, como cuando se viaja en avión, el número aumenta a cientos al día.

Energía fotónica media

La *energía fotónica media* utiliza una media móvil de hasta 10 segundos. El tiempo de promediación se reduce cuando se detecta un cambio en la tasa de dosis.

Fuentes de radiación intermitente

La *dosis* es exacta para longitudes de pulso cortas debido a las rápidas correcciones de tiempo muerto y a los algoritmos de sensor. Consulte Figura 9 en la página 50.

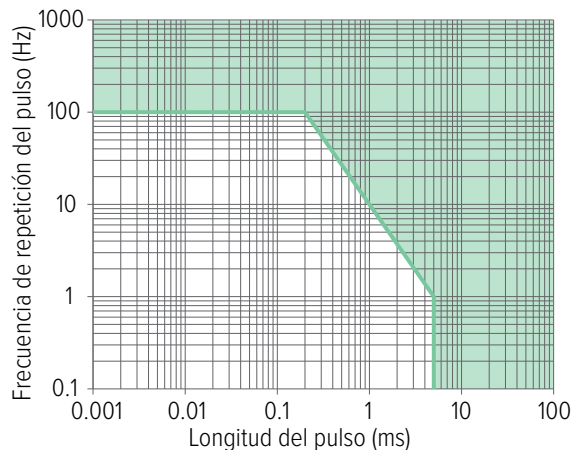


Figura 9. Rendimiento en radiación intermitente, para temperaturas de hasta 30 °C (86 °F). **Área verde:** respuesta dentro de un intervalo de $\pm 20\%$ de la respuesta a la radiación continua.

Tasa de dosis se promedia en 1 segundo o más, y se actualiza una vez por segundo. Por lo tanto, el instrumento necesita un pulso de radiación de al menos 2 segundos para medir de forma fiable la tasa del pulso. Es posible calcular manualmente la tasa de un pulso más corto mediante la dosis medida y una longitud de pulso conocida.

Cuando se miden pulsos de repetición continua, por ejemplo de fluoroscopia pulsante o Linac, el instrumento mide la tasa de dosis promedio. Si se conoce el ciclo de trabajo, se puede utilizar como corrección para calcular la tasa de radiación en los pulsos.

NOTA A temperaturas superiores a 30 °C (86 °F), la capacidad del instrumento para manejar la radiación de fuentes intermitentes disminuye progresivamente con el aumento de la temperatura.

MEDIDA SIN TAPA

Cuando se mide sin tapa, por ejemplo, en una superficie potencialmente contaminada, realice lo siguiente:

1. Desmonte la tapa. Cuando se mide sin tapa, el sensor activo es el detector Geiger-Müller de tipo pancake, **G** en Figura 1 en la página 44.
2. Encienda el sonido de la medición.
Consejo: una pulsación prolongada del botón de flecha izquierda activa o desactiva el sonido de la medición.
3. Mantenga el instrumento cerca de la superficie, pero no en contacto con ella.
4. Escanee la superficie lentamente, aproximadamente 1 cm/s (½ pulgada por segundo).

El instrumento cuenta las avalanchas de descarga en el detector Geiger-Müller de tipo pancake, originadas por la radiación alfa, beta y gamma. Después de cada descarga, el detector de tipo pancake tarda unas decenas de microsegundos en recargarse, lo que se llama tiempo muerto. El instrumento corrige automáticamente el efecto de este tiempo muerto cada milisegundo.

El instrumento no tiene funcionalidad de ajuste cero y las mediciones incluyen radiación de fondo.

Parámetros de medición

Cuentas

Las cuentas son la suma de todos los eventos de descarga durante la medición actual, corregidos por el tiempo muerto cada milisegundo.

Tasa de cuentas

La tasa de cuentas utiliza un algoritmo que detecta cambios en la radiación con un tiempo de respuesta de unos pocos segundos o menos, pero en algunos casos puede necesitar más tiempo para estabilizarse. Consulte Tabla 3 en la página 51.

La tasa de cuentas se promedia en 1 segundo o más y se actualiza una vez por segundo, por lo que el instrumento necesita un nivel de radiación estable durante al menos 2 segundos con el fin de medir la tasa de forma fiable.

TASA (cps)	TASA (cpm)	TIEMPO HASTA LA MÁX. ESTABILIDAD
≤ 0,5	≤ 30	60 s
1,5	90	33 s
5	300	10 s
15	900	10 s
50	3 k	10 s
150	9 k	7 s
500	30 k	4 s
≥ 1500	≥ 90 k	2 s

Tabla 3. *Tiempos de estabilización de la tasa de cuentas.*

Tasa de cuentas máxima (^)

La tasa de cuentas máxima es la tasa de cuentas más alta mostrada desde el último reinicio. Consulte la definición de la tasa de cuentas.

Cálculo de actividad

La actividad aproximada de los nucleidos detectados puede calcularse a partir de la tasa de cuentas, consulte Tabla 4 en la página 52. En el caso de los nucleidos no incluidos en la lista, interpole mediante el uso del tipo de decaimiento y la energía de las partículas.

RADIONUCLEIDOS	CAÍDA ($E_{\max}$, MeV)	ACTIVIDAD TÍPICA POR TASA DE CUENTAS (Bq/cps), (dpm/cpm)
^{14}C	β^- (0,16)	17
^{60}Co	β^- (0,32)	6
^{36}Cl	β^- (0,71)	4
$^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$	β^- (0,55/2,28)	3
^{239}Pu	α (5,16)	8
^{241}Am	α (5,49)	8

Tabla 4. Factores de conversión de la tasa de cuentas a la actividad.

Tabla 4 en la página 52 se basa en mediciones realizadas con una distancia de 3 mm entre la carcasa del instrumento (sin tapa) y una placa de Al con una fina capa de radionucleido (fuente de clase 2 de zona amplia según la norma ISO 8769:2010). En otras condiciones de medición, por ejemplo, diferentes propiedades físicas de la muestra, como el grosor, el tamaño y la pureza, estos factores de conversión pueden subestimar la actividad.

Ejemplo: El instrumento lee 20 cps (1200 cpm) por encima del fondo a una corta distancia de una partícula que contiene Americio-241. La actividad de la partícula es de al menos 20 cps x 8 Bq/cps = 160 Bq (1200 cpm x 8 dpm/cpm = 9600 dpm).

RAYSAFE VIEW



Figura 10. Conecte el instrumento a RaySafe View.

Utilice el cable USB suministrado con el instrumento para conectarse a un ordenador que ejecute RaySafe View.

RaySafe View incluye:

- Visualización en tiempo real de las lecturas.
- Control remoto del instrumento (cambio de ajustes, almacenamiento de mediciones).
- Importación de las mediciones almacenadas en el instrumento.
- Análisis de datos del registro de tasa en forma de onda.
- Posibilidad de guardar las mediciones en el ordenador.
- Exportación de datos a Microsoft Excel y a archivos csv.

Descargue RaySafe View en www.flukebiomedical.com.

MANTENIMIENTO

Carga de la batería

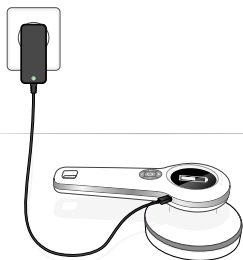


Figura 11. Conectar el cargador USB.

Para cargar la batería, conecte el conector USB del instrumento a una toma de corriente interior con el cargador suministrado. También la puede cargar con un cargador portátil de baterías USB o conectándose a un puerto USB de un ordenador, pero la carga es más rápida con el cargador suministrado (aproximadamente 3 horas una carga completa, en lugar de 12 horas).

NOTA Si se utiliza el instrumento mientras el símbolo de la batería está en rojo, este puede apagarse automáticamente en cualquier momento.

⚠ ADVERTENCIA Asegúrese de que el conector USB del instrumento esté limpio y seco antes de conectar un cable.

Limpieza

Limpie el instrumento con la tapa montada mediante un paño húmedo y un detergente suave.

Sin la tapa, el instrumento no es resistente al agua. Si el instrumento está contaminado sin la tapa, limpie suavemente la zona contaminada con un paño y asegúrese de que el instrumento y la tapa estén secos antes de montar la tapa.

Almacenamiento

Guarde el instrumento apagado y con la tapa montada.

Servicio técnico

Póngase en contacto con el fabricante para obtener servicio técnico. Consulte "Contactos de servicio y soporte" en la página 61.

NOTA RaySafe 452 no tiene piezas que el usuario pueda reparar.

ERRORES Y SÍMBOLOS

Errores del instrumento

Las pruebas automáticas se realizan en el momento de la puesta en marcha y de forma continua durante el funcionamiento.

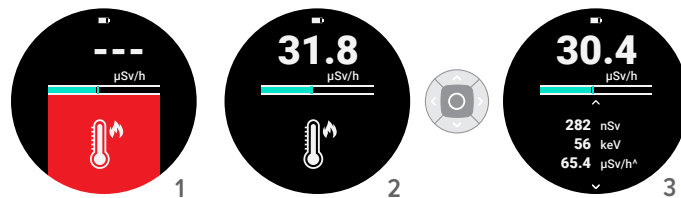


Figura 12. 1: Pantalla de error. 2: Pantalla de confirmación. 3: Pantalla de medición.

Si se produce un error, un símbolo de error sobre fondo rojo bloquea la pantalla de medición **(1** en la Figura 12 en la página 53), y el instrumento emite un pitido cada quince segundos. Mientras la pantalla esté en rojo, el instrumento no mide.

Si el error termina, el instrumento inicia automáticamente una nueva medición mientras que el símbolo de error permanece sobre fondo negro **(2** en la Figura 12 en la página 53). Presione el botón central para confirmar el símbolo y ver la medición en curso **(3** en la Figura 12 en la página 53).

SÍMBOLO DE ERROR	TIPO	ACCIÓN
	Error del instrumento (#2, #3, #4, #6, #7, #8)	Reinicie el instrumento. Si el error persiste, póngase en contacto con el servicio de soporte. Consulte "Contactos de servicio y soporte" en la página 61.
	Tasa de dosis demasiado alta	La tasa de dosis está fuera de la especificación. Aumente la distancia a la fuente de radiación para reducir la tasa.
	Instrumento demasiado frío	Deje que el instrumento se caliente por encima de -20 °C (-4 °F).
	Instrumento demasiado caliente	Deje que el instrumento se enfríe por debajo de 50 °C (122 °F).
	No se detecta el tipo correcto de tapa	Monte una tapa suministrada con el instrumento y asegúrese de que la tapa esté correctamente montada. Algunos modelos del instrumento necesitan una tapa para funcionar.

Otros símbolos de la pantalla

SÍMBOLO	TIPO	SIGNIFICADO
	Nueva medición iniciada	Después de 24 horas de medición continua, el instrumento almacena automáticamente una medición e inicia una nueva medición. Confirme esto presionando el botón central para volver a la pantalla de medición.
	Medición dañada	Esta medición almacenada está dañada y no se puede mostrar.

Símbolos en las etiquetas

Para consultar la lista completa de símbolos de productos aplicables, visite: www.flukebiomedical.com/resource/certification-sheets.

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	ADVERTENCIA: RIESGO DE PELIGRO. Consulte la documentación del usuario.
	Fabricante
	Número de artículo
	Número de serie
	Este producto cumple con los requisitos de marcado de la Directiva RAEE. La etiqueta pegada indica que no debe desechar este producto eléctrico/electrónico en la basura doméstica. Categoría de producto: con referencia a los tipos de equipos del Anexo I de la Directiva RAEE, este producto se clasifica como producto de la categoría 9: "Instrumentos de supervisión y control". No deseche este producto como residuo urbano sin clasificar.
	Ninguna de las sustancias restringidas en la directiva RoHS de China está presente por encima de los niveles permitidos.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

General

Normas de seguridad	Cumple con la norma IEC 61010-1:2010, grado de contaminación 2
Normas para medidores de radiación	Cumple con la norma IEC 60846-1:2009, excepto la CEM que cumple con la norma IEC 61326-1:2012, y excepto el nivel del sonido de la alarma
Dimensiones	250 x 127 x 83 mm (9,8 x 5,0 x 3,3 pulgadas)
Peso	0,8 kg (1,7 libras)
Pantalla	LCD a color de 240 x 400 píxeles, legible a la luz del sol, retroiluminado
Alarma de tasa	65 dB(A) a 30 cm (12 pulgadas)
Temperatura de funcionamiento	-20 – +50 °C (-4 – +122 °F)
Temperatura de almacenamiento	-30 – +70 °C (-22 – +158 °F)
Temperatura de carga de la batería	+10 – +40 °C (+50 – +104 °F)
Presión atmosférica	70 – 107 kPa, altitud hasta 3000 m (10 000 pies)
Código IP	IP64 (a prueba de polvo y resistente al agua) según la norma IEC 60529:1989-2013, con tapa montada, cierres intactos y sin nada conectado al conector USB
Humedad, sin tapa	< 90 % de humedad relativa, sin condensación
Duración de la batería	Hasta 100 h
Batería	Recargable integrada de iones de litio 18650 (< 3600 mAh, 3,6 V)
Conector	Micro USB (5 V DC, 1,3 A), para la comunicación y la carga
Montaje	Rosca de trípode estándar de ¼ de pulgada en el mango
Almacenamiento de datos	4000 mediciones almacenadas y 10 días de registro de tasa de dosis con una resolución de 1 s

Software	RaySafe View (para control remoto, análisis y exportación de datos)
----------	---

Radiología

Dosis ambiental equivalente, $H^*(10)$

Intervalo	0 µSv/h – 1 Sv/h (0 µrem/h – 100 rem/h)	
Resolución de la tasa	0,01 µSv/h (1 µrem/h) o 3 dígitos	
Resolución de la dosis	0,1 nSv (0,01 µrem) o 3 dígitos	
Radiación detectada	γ y rayos X > 10 keV	
Linealidad, ^{137}Cs	±10 %, tras restar el ruido de fondo	
Intervalo de energía	16 keV – 7 MeV	
Respuesta de energía ¹	> 20 µSv/h (2 mrem/h) y $T^a < 30\text{ °C}$ (86 °F)	±25 %, 16 – 20 keV ±15 %, 20 keV – 5 MeV ±25 %, 5 – 7 MeV
	otros parámetros	±25 %, 16 – 20 keV ±20 %, 20 keV – 1 MeV -25 % – +150 %, 1 – 7 MeV
Longitud mínima del pulso de rayos X ²	5 ms a $T < 30\text{ °C}$ (86 °F)	
Frecuencia mínima de Linac ^{2,3}	100 Hz a $T < 30\text{ °C}$ (86 °F)	
Tiempo de respuesta de tasa	~2 s para detectar el paso de 0,2 a 2 µSv/h (20 a 200 µrem/h)	
Intervalo de energía IEC 60846-1 ⁴	20 keV – 2 MeV, ángulo de incidencia ±45 °	
Intervalo de tasa de dosis IEC 60846-1 ⁴	1 µSv/h – 1 Sv/h (100 µrem/h – 100 rem/h)	
Intervalo de dosis IEC 60846-1 ⁴	1 µSv – 24 Sv (100 µrem – 2,4 krem), coeficiente de variación < 3 %	
Unidades	Sv rem (1 rem = 1/100 Sv)	

Kerma en aire, K_{aire}

Intervalo	0 $\mu\text{Gy/h}$ – 1 Gy/h (0 $\mu\text{R/h}$ – 114 R/h)	
Resolución de la tasa	0,01 $\mu\text{Gy/h}$ (1 $\mu\text{R/h}$) o 3 dígitos	
Resolución de la dosis	0,1 nGy, (0,01 μR) o 3 dígitos	
Radiación detectada	γ y rayos X > 10 keV	
Linealidad, ^{137}Cs	$\pm 10\%$, tras restar el ruido de fondo	
Intervalo de energía	30 keV – 7 MeV	
Respuesta de energía ¹	>20 $\mu\text{Gy/h}$ (2,3 mR/h) y $T^a < 30\text{ }^\circ\text{C}$ (86 $^\circ\text{F}$)	$\pm 15\%$, 30 keV – 5 MeV $\pm 25\%$, 5 – 7 MeV
	otros parámetros	$\pm 30\%$, 30 keV – 1 MeV -25% – $+120\%$, 1 – 7 MeV
Longitud mínima del pulso de rayos X ²	5 ms a $T < 30\text{ }^\circ\text{C}$ (86 $^\circ\text{F}$)	
Frecuencia mínima de Linac ^{2,3}	100 Hz a $T < 30\text{ }^\circ\text{C}$ (86 $^\circ\text{F}$)	
Tiempo de respuesta de tasa	~ 2 s para detectar el paso de 0,2 a 2 $\mu\text{Gy/h}$ (23 a 230 $\mu\text{R/h}$)	
Unidades	Gy	
	rad (1 rad = 1/100 Gy) R (1 R = 1/114,1 Gy)	

Energía fotónica media, $\bar{E}$

Intervalo	20 keV – 600 keV
Incertidumbre	10 % a < 100 keV, 20 % en otros casos
Norma determinante	ISO 4037-1:2019
Tasa de dosis mínima ⁵	20 $\mu\text{Sv/h}$ (2 mrem/h) o 20 $\mu\text{Gy/h}$ (2,3 mR/h), a $T^a < 30\text{ }^\circ\text{C}$ (86 $^\circ\text{F}$)

Recuento (α , β , γ)

Tipo de detector	Geiger-Müller de tipo pancake		
Ventana	Mica, 1,5 – 2 mg/cm^2		
Área sensible	15,55 cm^2 , en un rejilla de acero abierta del 79 %		
Radiación detectada	$\alpha > 3,5$ MeV $\beta > 40$ keV γ y rayos X > 5 keV		
Intervalo	0 cps – 20 kcps (0 cpm – 1,2 Mcpm)		
Resolución de la tasa	0,1 cps (1 cpm) o 3 dígitos		
Resolución del contador	1 recuento o 3 dígitos		
Corrección del tiempo muerto	Automático, linealidad entre -10% – $+30\%$		
Fondo normal a 0,1 $\mu\text{Sv/h}$	0,5 cps (30 cpm)		
Sensibilidad normal a los rayos gamma, ^{137}Cs	6 cps / $\mu\text{Gy/h}$ (3000 cpm / mR/h)		
Tiempo de respuesta de tasa	~ 2 s para detectar el paso de 1 a 10 cps (60 a 600 cpm)		
Unidades	cps		
	cpm (1 cpm = 1/60 cps)		
Sensibilidad de emisión $2\pi^6$	Radionucleidos	Caída (E_{max})	Eficiencia normal
	^{14}C	β^- (0,16 MeV)	15 %
	^{60}Co	β^- (0,32 MeV)	31 %
	^{36}Cl	β^- (0,71 MeV)	43 %
	$^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$	β^- (0,55/2,28 MeV)	49 %
	^{239}Pu	α (5,16 MeV)	26 %
	^{241}Am	α (5,49 MeV)	26 %

NOTAS A PIE DE PÁGINA

1. El instrumento utiliza un detector Geiger-Müller de tipo pancake a bajas tasas y un grupo de sensores de estado sólido a tasas más altas. La tasa con la que los sensores de estado sólido se conectan aumenta progresivamente con la temperatura, para temperaturas superiores a 30 °C (86 °F).
2. Límite en el que la respuesta está dentro del $\pm 20\%$ de la respuesta a la radiación continua. Por encima de 30 °C (86 °F), la capacidad del instrumento para manejar bajas tasas de pulso Linac y pulsos cortos de rayos X disminuye progresivamente a medida que aumenta la temperatura.
3. Se refiere a la frecuencia de repetición de pulsos de microondas de los aceleradores lineales médicos habituales. Cada pulso tiene una duración habitual de unos pocos μs .
4. Intervalos en los que el instrumento cumple con la norma IEC 60846-1:2009.
5. Por encima de 30 °C (86 °F), la tasa de dosis mínima aumenta progresivamente a medida que aumenta la temperatura.
6. Medido a una distancia de 3 mm entre la carcasa del instrumento (sin tapa) y fuentes de clase 2 de zona amplia de acuerdo con la norma ISO 8769:2010.

Posición del sensor

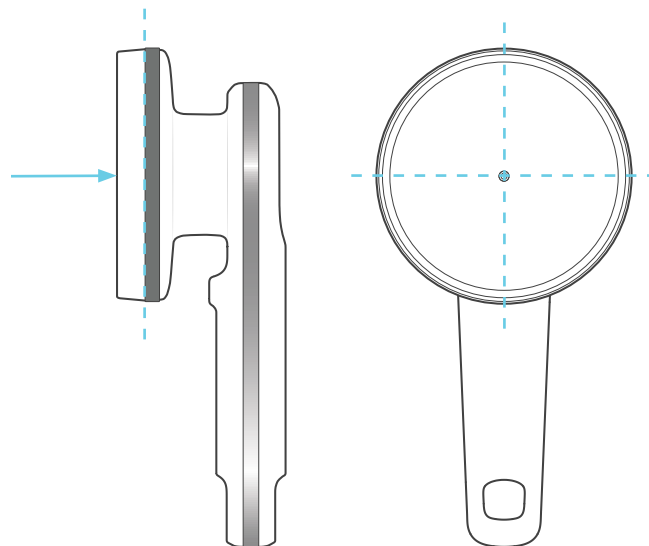
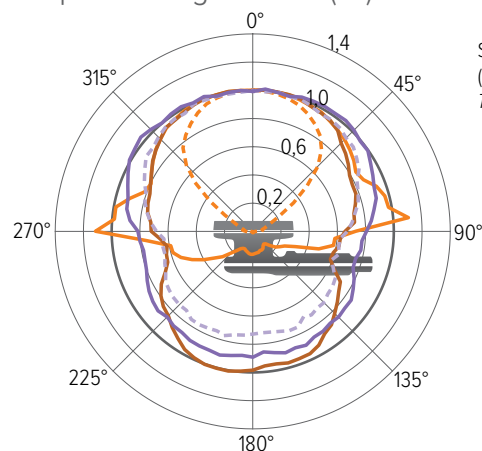
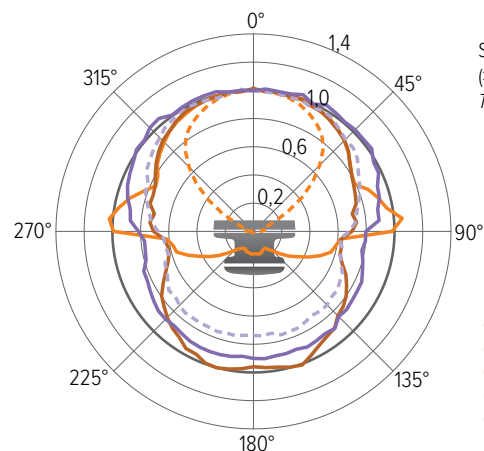


Figura 13. Dirección de referencia del sensor, plano de referencia y punto de referencia.

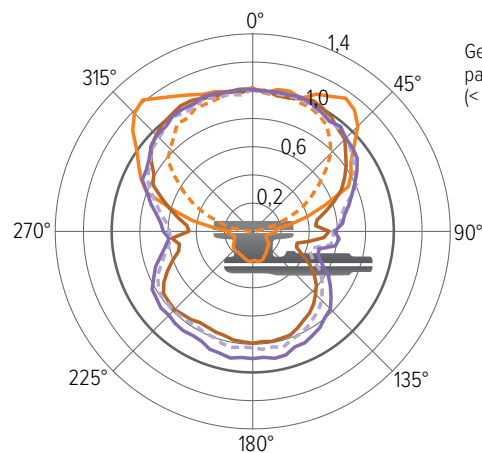
Respuesta angular – $H^*(10)$



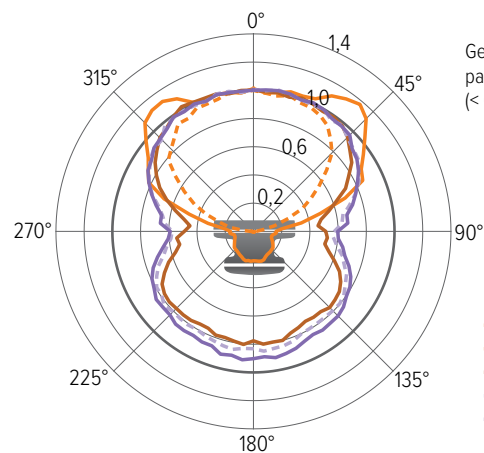
--- 20 keV
 --- 65 keV
 --- 207 keV
 --- 662 keV
 --- 1,25 MeV



--- 20 keV
 --- 65 keV
 --- 207 keV
 --- 662 keV
 --- 1,25 MeV

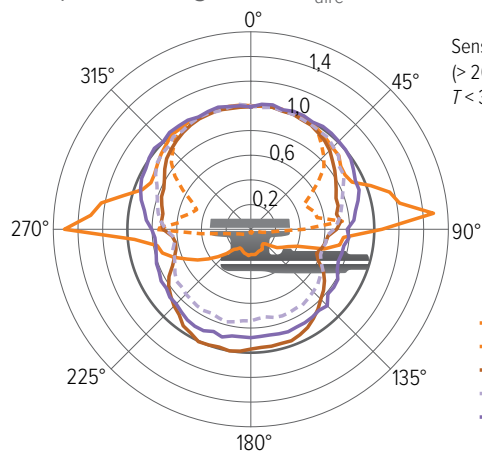


--- 20 keV
 --- 65 keV
 --- 207 keV
 --- 662 keV
 --- 1,25 MeV

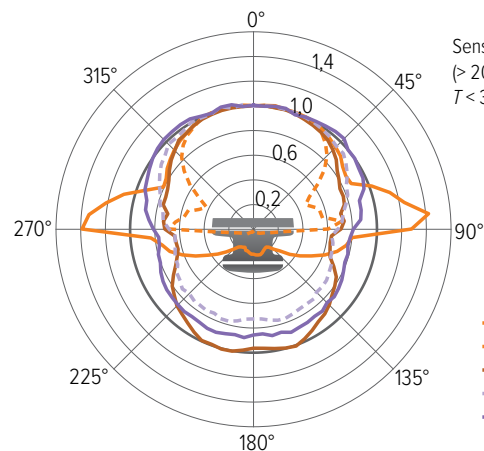


--- 20 keV
 --- 65 keV
 --- 207 keV
 --- 662 keV
 --- 1,25 MeV

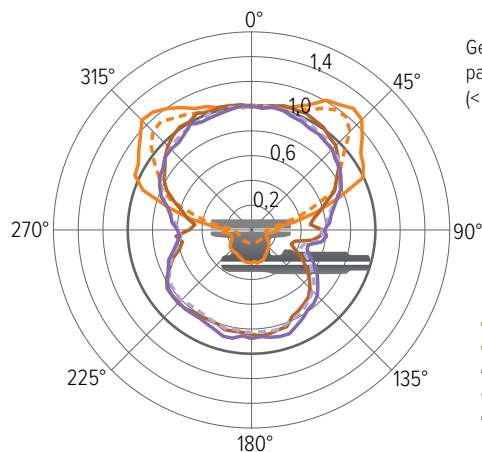
Respuesta angular – K_{aire}



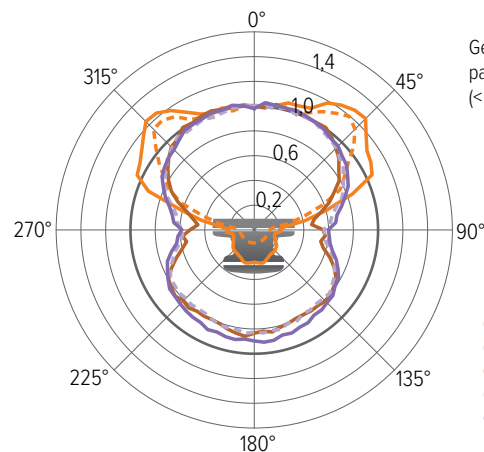
--- 33 keV
 --- 65 keV
 --- 207 keV
 --- 662 keV
 --- 1,25 MeV



--- 33 keV
 --- 65 keV
 --- 207 keV
 --- 662 keV
 --- 1,25 MeV

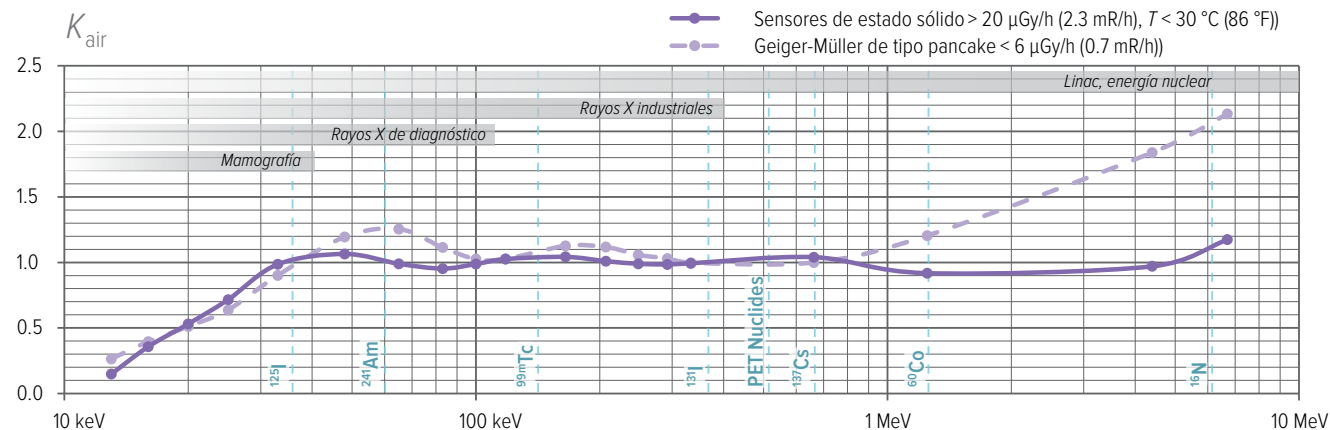
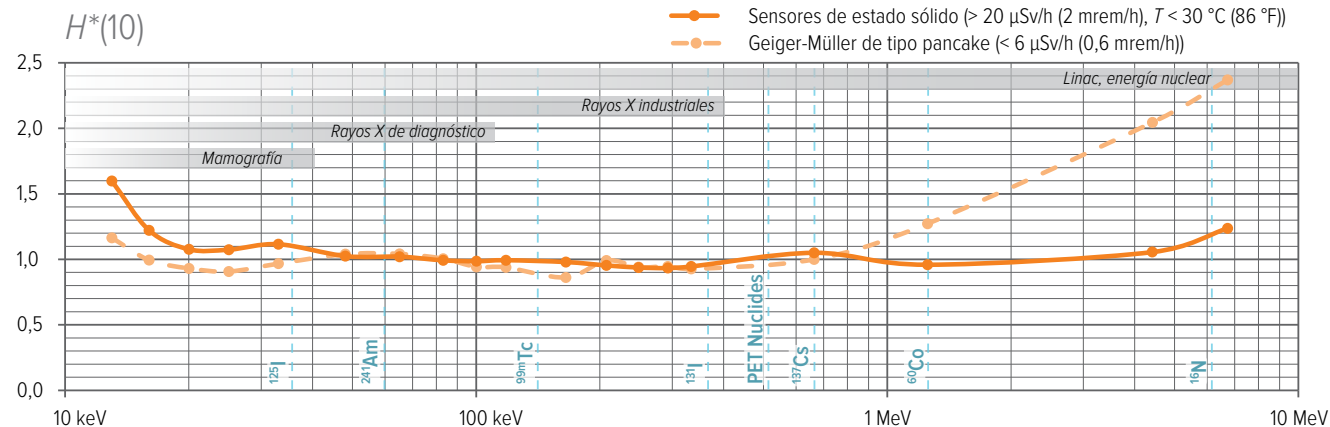


--- 33 keV
 --- 65 keV
 --- 207 keV
 --- 662 keV
 --- 1,25 MeV



--- 33 keV
 --- 65 keV
 --- 207 keV
 --- 662 keV
 --- 1,25 MeV

Respuesta de energía normal



LICENCIAS DE SOFTWARE

Licencia FreeRTOS, consulte la página de producto RaySafe 452 en www.flukebiomedical.com.

GARANTÍA

Fluke Biomedical garantiza que este instrumento no presenta defectos en los materiales ni en la mano de obra durante un año a partir de la fecha de compra original o durante dos años si al final del primer año envía el instrumento a un centro de atención al cliente de Fluke Biomedical o RaySafe para su calibración. Para esta calibración se le cobrará nuestra tarifa habitual. Durante el período de garantía repararemos o, a nuestra elección, sustituiremos sin cargo alguno, un producto que resulte defectuoso, siempre que devuelva el producto a Fluke Biomedical a portes pagados. Esta garantía cubre únicamente al comprador original y no es transferible. La garantía no se aplica si el producto se ha dañado por accidente o mal uso, o si ha sido revisado o modificado por alguien que no sea un centro de atención al cliente autorizado de Fluke Biomedical. NO EXISTEN OTRAS GARANTÍAS EXPRESAS O IMPLÍCITAS, COMO LA IDONEIDAD PARA UN PROPÓSITO PARTICULAR. FLUKE NO SERÁ RESPONSABLE DE NINGÚN DAÑO O PÉRDIDA ESPECIAL, INDIRECTO, ACCIDENTAL O CONSECUENTE, INCLUIDA LA PÉRDIDA DE DATOS, QUE SURJA DE CUALQUIER CAUSA O TEORÍA.

Esta garantía cubre únicamente los productos en serie y sus accesorios que lleven una etiqueta diferenciada con un número de serie. La garantía no cubre la recalibración de los instrumentos.

Esta garantía le otorga derechos legales específicos y es posible que también tenga otros derechos que varíen en distintas jurisdicciones. Dado que algunas jurisdicciones no permiten la exclusión o limitación de una garantía implícita o de daños accidentales o consecuentes, es posible que esta limitación de responsabilidad no se aplique en su caso. Si cualquier disposición de esta garantía se considera inválida o inaplicable por un tribunal u otro órgano decisorio de la jurisdicción competente, dicha consideración no afectará a la validez o aplicabilidad del resto de disposiciones.

CONTACTOS DE SERVICIO Y SOPORTE

Para obtener información sobre el servicio y soporte, consulte la página de producto RaySafe 452 en www.flukebiomedical.com.

Fabricado por:
Fluke Biomedical
6920 Seaway Blvd.
Everett, WA
EE. UU.

Manuel Utilisateur (FR)

À PROPOS DU RAYSAFE 452.....	64	Stockage.....	73
DÉMARRAGE	65	Entretien	73
ACTIONS ET PARAMÉTRAGE.....	66	ERREURS ET SYMBOLES.....	73
Présentation de l'écran.....	66	Erreurs de l'appareil.....	73
Enregistrement des mesures.....	66	Autres symboles de l'écran.....	74
Accès aux mesures enregistrées.....	66	Symboles sur les étiquettes.....	74
Couvercles et quantités	67	CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES	75
Boutons et menus	67	Générales	75
MESURE AVEC COUVERCLE.....	69	Radiologie.....	75
Paramètres de mesure.....	69	Position du capteur	77
Sources de rayonnement intermittentes.....	70	Réponse angulaire – $H^*(10)$	78
MESURE SANS COUVERCLE.....	71	Réponse angulaire – K_{air}	79
Paramètres de mesure.....	71	Réponse énergétique typique	80
Calcul de l'activité	72	LICENCES LOGICIELLES.....	81
RAYSAFE VIEW	72	GARANTIE.....	81
MAINTENANCE.....	73	CONTACTS POUR L'ENTRETIEN ET LE SUPPORT	81
Chargement de la batterie.....	73		
Nettoyage	73		

À PROPOS DU RAYSAFE 452

Le RaySafe 452 est un dispositif manuel conçu pour contrôler et mesurer les niveaux de rayonnement à l'intérieur et temporairement à l'extérieur, pour des applications dans les milieux nucléaires, industrielles et médicales.

- ⚠ AVERTISSEMENT** *Le RaySafe 452 ne remplace aucun équipement de radioprotection.*
- ⚠ AVERTISSEMENT** *Le RaySafe 452 ne remplace pas les dosimètres individuels ou légaux.*
- ⚠ AVERTISSEMENT** *Le RaySafe 452 n'est pas homologué pour une utilisation dans un environnement avec des explosifs.*
- ⚠ AVERTISSEMENT** *Le RaySafe 452 ne doit être utilisé que conformément aux instructions faute de quoi la protection assurée par la conception du produit peut être compromise.*
- ⚠ AVERTISSEMENT** *Soyez particulièrement vigilant lors de la mesure des sources de rayonnements intermittentes comme les rayons X pulsés ou les accélérateurs de particules linéaires (linacs). Voir "Sources de rayonnement intermittentes" à la page 70.*

Le RaySafe 452 (l'appareil) peut être utilisé avec ses différents couvercles, ou sans couvercle, pour quantifier la dose, le débit de dose, l'énergie photonique moyenne, les comptages et le taux de comptage. L'appareil se compose de deux systèmes de capteurs automatisés :

1. Un détecteur Geiger-Müller de type pancake, utilisé à faibles débits de dose et, sans couvercle, comme un compteur $\alpha/\beta/\gamma$ (alpha, bêta, gamma).
2. Ensemble de capteurs à semi-conducteurs, utilisé à débits de doses moyens à élevés.

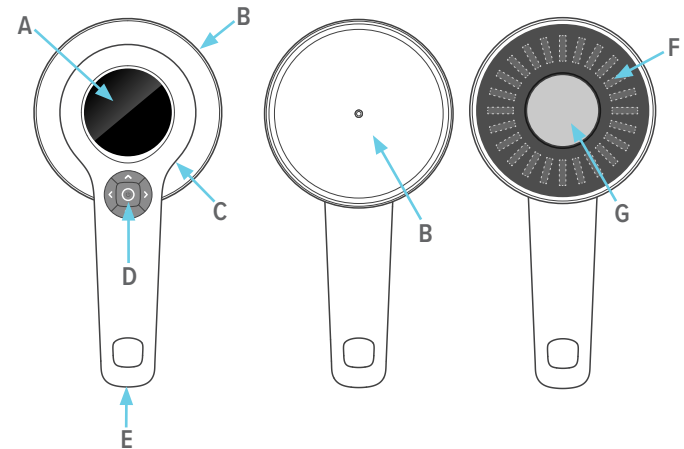


Figure 1. Présentation de l'appareil. **A :** Écran. **B :** Couvercle. **C :** Connecteur USB pour chargeur et ordinateur. **D :** Boutons (Central, gauche, droite, haut, bas). **E :** Vis de fixation pour le trépied. **F :** Capteurs à semi-conducteurs derrière une protection en fibre de carbone. **G :** Compteur Geiger-Müller pancake derrière une grille en acier.

REMARQUE *La fenêtre du compteur Geiger-Müller pancake (**G** dans la Figure 1 à la page 64), est très fragile et ne doit jamais être touchée. Le compteur Geiger-Müller pancake est également sensible aux chocs mécaniques.*

DÉMARRAGE

Allumez l'appareil en effectuant un appui prolongé (environ 3 secondes) sur le bouton central (⏻).

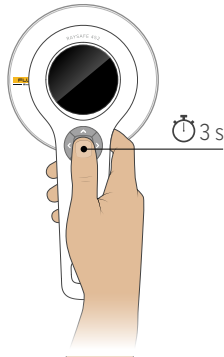


Figure 2. Mise sous tension.

L'appareil commence à mesurer après 5 secondes environ.

Positionnez l'appareil en orientant les capteurs vers la source de rayonnement. L'appareil bascule entre ses différents systèmes de capteurs et adapte automatiquement les périodes servant au calcul des moyennes.

Les grandeurs à mesurer varient selon le couvercle. Voir "Couvercles et quantités" à la page 67.



Figure 3. Positionner la zone du capteur face à la source de rayonnement.

Pour éteindre l'appareil, effectuez un appui prolongé sur le bouton central. L'appareil enregistre automatiquement les valeurs de taux avec une résolution d'1 seconde.

ACTIONS ET PARAMÉTRAGE

Présentation de l'écran

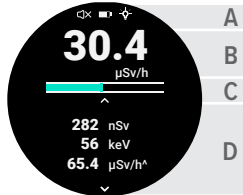


Figure 4. Présentation de l'écran.

- A. Symboles d'état : son lors de la prise de mesure, batterie et rétroéclairage de l'écran.
- B. Débit de dose actuel ou taux de comptage. La quantité affichée et l'unité varient selon le couvercle et le paramétrage. Voir Tableau 1 à la page 67 pour plus d'informations.
- C. Barre de taux. La barre de taux affiche le taux actuel, sans calcul de moyenne, mis à jour 4 fois par seconde. L'échelle est logarithmique et couvre la plage de taux spécifiée.
- D. Contenu varié : paramètres de mesure actuels, paramètres, mesures enregistrées, écran d'erreur ou écran de confirmation selon l'interaction de l'utilisateur et les conditions environnementales.

Enregistrement des mesures

Pour enregistrer manuellement une mesure, effectuez un appui bref sur le bouton central.

L'enregistrement d'une mesure sauvegarde et réinitialise toutes les valeurs affichées.

Une mesure sera également enregistrée automatiquement :

- Lors de la mise en place ou du retrait d'un couvercle.
- Lorsque l'appareil est éteint.
- Lorsqu'un état d'erreur interrompt la mesure en cours.
- Après 24 heures de mesure continue.

Accès aux mesures enregistrées

Toutes les mesures enregistrées peuvent être consultées depuis un ordinateur exécutant RaySafe View. Voir "RaySafe View" à la page 72. Les mesures récentes ont un taux Log avec une résolution de 1 seconde, affiché dans RaySafe View sous forme d'onde.

Les mesures enregistrées depuis la dernière mise sous tension peuvent être consultées sur l'écran de l'appareil. Appuyez sur la flèche « bas » pour afficher les mesures enregistrées. Voir Figure 5 à la page 66. Pour naviguer d'une mesure à l'autre, utilisez les flèches « gauche » et « droite ».

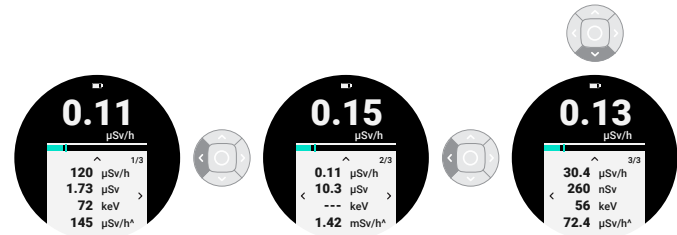


Figure 5. Accès aux mesures enregistrées.

Après 10 jours d'enregistrement, ou 4 000 mesures enregistrées, les mesures les plus anciennes seront écrasées de façon cyclique.

Couvercles et quantités

Selon le modèle, l'appareil est équipé de différents ensembles de couvercles avec différentes compositions de filtres.

Les couvercles ont un système de fixation à baïonnette. Alignez la ligne sur le couvercle avec celle de l'appareil, rapprochez et tournez pour fixer le couvercle.

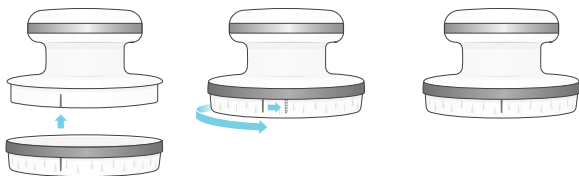


Figure 6. Mise en place d'un couvercle.

NOM DU COUVERCLE	QUANTIFICATION DOSE	UNITÉS
Ambient	Équivalent de dose ambiante, $H^*(10)$	Sv, rem
Air kerma	Kerma dans l'air, K_{air}	Gy
	Dose absorbée dans l'air, D_{air}	rad
	Exposition, X	R
Sans couvercle	Comptages (α , β , γ)	cps, cpm

Tableau 1. Couvercles et quantités mesurées.

L'unité de mesure peut être modifiée dans le menu des paramètres. Voir "Boutons et menus" à la page 67.

L'appareil est calibré avec le ou les couvercles associés et ne doit être utilisé qu'avec le ou les couvercles fournis avec l'appareil. La date d'étalonnage et le numéro de série sont imprimés sur l'étiquette du couvercle.

REMARQUE Avant d'exposer l'appareil à l'eau ou à la poussière, assurez-vous que le joint en caoutchouc est intact et propre, que le couvercle est correctement monté et qu'aucun périphérique n'est branché sur le connecteur USB.

Boutons et menus



Figure 7. Bouton central.

Un *appui prolongé* sur le bouton central allume ou éteint l'appareil. Lorsque l'appareil affiche l'écran de mesure, un *appui court* sur le bouton central enregistre une mesure. Sur tous les autres écrans, un appui court sur le bouton central renvoie à l'écran de mesure.



Figure 8. Boutons flèches.

L'écran de mesure est l'écran par défaut après la mise sous tension. Appuyez sur la flèche « haut » depuis l'écran de mesure pour accéder aux paramètres.

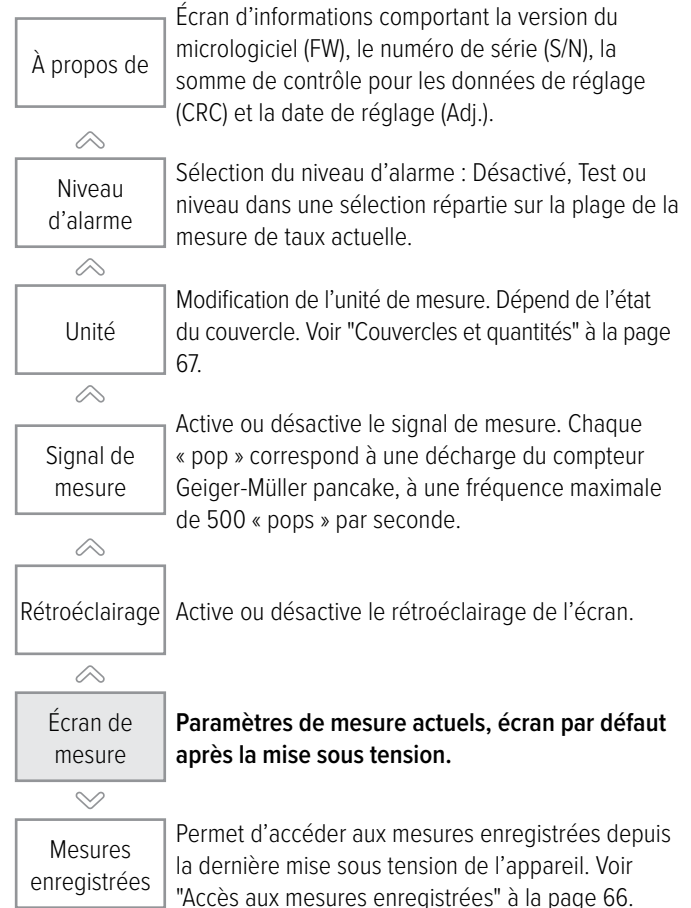
Appuyez sur les flèches « gauche » ou « droite » comme indiqué à l'écran pour naviguer entre les différents paramètres disponibles. Le paramétrage est modifié immédiatement. Appuyez sur le bouton central pour revenir à l'écran de mesure.

Appuyez sur la flèche « bas » depuis l'écran de mesure pour accéder aux mesures enregistrées. Les mesures enregistrées sont triées par ordre chronologique, de droite à gauche.

Il existe deux raccourcis :

- Un appui prolongé sur la flèche « gauche » active ou désactive le son lors de la prise de mesure.
- Une pression prolongée sur la flèche « droite » active ou désactive le rétroéclairage de l'écran.

Structure du menu



MESURE AVEC COUVERCLE

Sélectionnez le couvercle à utiliser (*Ambient* or *Air kerma*).

1. Montez le couvercle.
2. Positionner l'appareil en orientant les capteurs (la surface plane du couvercle) vers la source de rayonnement.

L'appareil gère ses deux systèmes de capteurs de façon transparente, pour les sources de rayonnement continues comme pour les sources intermittentes. Voir "Sources de rayonnement intermittentes" à la page 70.

L'appareil ne possède pas de fonctionnalité d'ajustement zéro, et les mesures incluent le rayonnement ambiant.

Paramètres de mesure

Dose et débit de dose

Dose correspond à toutes les doses cumulées pendant la mesure actuelle.

Débit de dose utilise un algorithme qui détecte les variations de rayonnement avec un temps de réponse de quelques secondes ou moins, mais peut parfois nécessiter plus de temps pour se stabiliser comme indiqué dans le Tableau 2 à la page 69.

DÉBIT DE DOSE ($\mu\text{Gy/h}$, $\mu\text{Sv/h}$)	DÉBIT DE DOSE (mrad/h, mR/h, mrem/h)	TEMPS POUR STABILITÉ MAX
$\leq 0,1$	$\leq 0,01$	60 s
0,3	0,03	30 s
1	0,1	10 s
3	0,3	10 s
10	1	10 s
30	3	10 s
100	10	5 s
≥ 300	≥ 30	2 s

Tableau 2. Temps de stabilisation du débit de dose.

REMARQUE Le temps nécessaire à la stabilisation des valeurs de débit peut être supérieur, lorsque des valeurs basses sont mesurées après des niveaux de rayonnement élevés, du fait de la rémanence dans les scintillateurs des capteurs.

REMARQUE L'appareil n'est pas sensible aux neutrons. Cette propriété a été testée en utilisant les neutrons thermiques d'une source modérée de $^{241}\text{Am-Be}$. Le résultat obtenu était inférieur à 5 % de l'équivalent de dose de neutrons ambiant.

Débit de dose maximal (^)

Débit de dose maximal correspond au débit de dose le plus élevé affiché depuis la dernière réinitialisation. Voir la définition du débit de dose.

REMARQUE L'appareil détecte les muons créés lorsque les particules énergétiques interstellaires de la voie lactée s'écrasent dans l'atmosphère terrestre. Les muons

interagissent avec les capteurs à semi-conducteurs (lors d'une mesure effectuée avec couvercle) et créent des impulsions de débit de dose courtes (1 à 2 s) correspondant environ à 100 fois le niveau ambiant. Au niveau de la mer, l'appareil détecte généralement quelques muons par jour, mais une altitude supérieure, par exemple lors d'un voyage par avion, le nombre augmente pour atteindre des centaines par jour.

Énergie photonique moyenne

L'énergie photonique moyenne utilise une moyenne mobile sur une période pouvant atteindre 10 secondes. La durée moyenne est réduite chaque fois qu'une variation du débit de dose est détectée.

Sources de rayonnement intermittentes

La valeur de dose est précise pour les longueurs d'impulsion courtes en raison de la rapidité des corrections de temps mort et des algorithmes de capteur. Voir Figure 9 à la page 70.

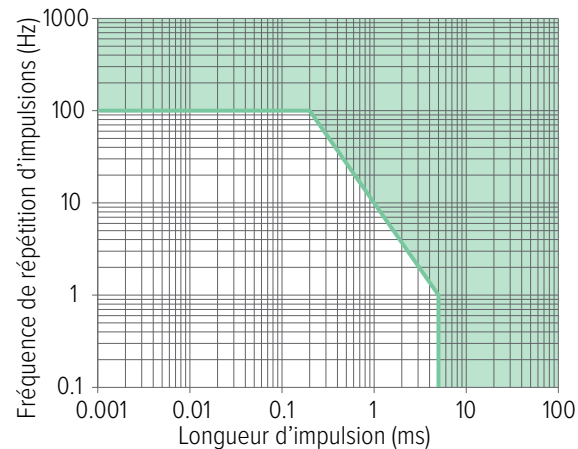


Figure 9. Résultats avec un rayonnement intermittent pour une température allant jusqu'à 30 °C (86 °F). **Zone verte :** Réponse correspondant à $\pm 20\%$ de la réponse à un rayonnement continu.

Le débit de dose est moyenné sur 1 seconde ou plus, et mis à jour une fois par seconde. Par conséquent, l'appareil a besoin d'une impulsion de rayonnement de 2 secondes minimum pour mesurer avec fiabilité le débit de l'impulsion. Il est possible de calculer manuellement le débit d'une impulsion plus courte en utilisant la dose mesurée et une longueur d'impulsion connue.

Lorsque la mesure est effectuée sur des impulsions répétées en continu, émises par exemple par un appareil de radioscopie pulsée ou des linacs, l'appareil mesure le débit de dose moyen. Si le cycle de fonctionnement est connu, il peut être utilisé comme correction pour le calcul du débit de rayonnement dans les impulsions.

REMARQUE À une température supérieure à 30 °C (86 °F), la capacité de l'appareil à traiter le rayonnement de sources intermittentes diminue progressivement avec l'augmentation de la température.

MESURE SANS COUVERCLE

Lors d'une mesure effectuée sans couvercle, par exemple sur une surface potentiellement contaminée :

1. Retirez le couvercle. Pour une mesure effectuée sans couvercle, le capteur actif est le Geiger-Müller pancake, **G** dans la Figure 1 à la page 64.
2. Activez le signal sonore de la mesure.
Conseil : Un appui prolongé sur la flèche « gauche » active ou désactive le signal sonore de la mesure.
3. Maintenez l'appareil à proximité, mais pas en contact avec la surface.
4. Scannez la surface lentement, en procédant à environ 1 cm/s (½ pouce par seconde).

L'appareil compte les avalanches de décharges dans le Geiger-Müller pancake provoquées par le rayonnement alpha, bêta et gamma. Après chaque décharge, le pancake prend quelques dizaines de microsecondes pour se recharger. C'est ce que l'on appelle le temps mort. L'appareil effectue automatiquement une correction de l'effet de ce temps mort chaque milliseconde.

L'appareil ne possède pas de fonctionnalité d'ajustement zéro, et les mesures incluent le rayonnement ambiant.

Paramètres de mesure

Comptage

Comptage est la somme de tous les événements de décharge survenus pendant la mesure en cours, avec correction du temps mort chaque milliseconde.

Taux de comptage

Le taux de comptage utilise un algorithme qui détecte les variations de rayonnement avec un temps de réponse de quelques secondes ou moins, mais peut parfois nécessiter plus de temps pour se stabiliser. Voir Tableau 3 à la page 71.

Le taux de comptage est moyenné sur 1 seconde ou plus, et mis à jour une fois par seconde, ce qui explique pourquoi l'appareil a besoin d'un niveau de rayonnement stable pendant au moins 2 secondes pour obtenir une mesure fiable du taux.

TAUX (cps)	TAUX (cpm)	TEMPS POUR STABILITÉ MAX
≤ 0,5	≤ 30	60 s
1,5	90	33 s
5	300	10 s
15	900	10 s
50	3 k	10 s
150	9 k	7 s
500	30 k	4 s
≥ 1 500	≥ 90 k	2 s

Tableau 3. Temps de stabilisation du taux de comptage.

Taux de comptage maximal (^)

Le taux de comptage maximal est le taux de comptage affiché le plus élevé depuis la dernière réinitialisation. Voir la définition du taux de comptage.

Calcul de l'activité

L'activité approximative des nucléides détectés peut être calculée à partir du taux de comptage, voir Tableau 4 à la page 72. Pour les nucléides non répertoriés, effectuez une interpolation en utilisant le type de désintégration et l'énergie des particules.

RADIONUCLÉIDE	DÉSINTÉGRATION ($E_{\max}$, MeV)	ACTIVITÉ TYPIQUE PAR TAUX DE COMPTAGE (Bq/cps), (dpm/cpm)
^{14}C	β^- (0,16)	17
^{60}Co	β^- (0,32)	6
^{36}Cl	β^- (0,71)	4
$^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$	β^- (0,55 / 2,28)	3
^{239}Pu	α (5,16)	8
^{241}Am	α (5,49)	8

Tableau 4. Facteurs de conversion du taux de comptage à l'activité.

Le Tableau 4 à la page 72 est établi sur la base des mesures effectuées avec une distance de 3 mm entre le boîtier de l'appareil (sans couvercle) et une plaque Al avec une fine couche de radionucléide (source de classe 2 zone large conforme à la norme ISO 8769:2010). Dans d'autres conditions de mesure, par exemple en cas de propriétés physiques différentes de l'échantillon en matière d'épaisseur, de taille ou de pureté, ces facteurs de conversion peuvent sous-estimer l'activité.

Exemple : L'appareil affiche 20 cps (1200 cpm) au-dessus du niveau ambiant à courte distance d'une particule contenant de l'Amercium-241. La particule a une activité minimale de $20 \text{ cps} \times 8 \text{ Bq/cps} = 160 \text{ Bq}$ ($1\,200 \text{ cpm} \times 8 \text{ dpm/cpm} = 9\,600 \text{ dpm}$).

RAYSAFE VIEW



Figure 10. Connectez l'appareil sur RaySafe View.

Utilisez le câble USB fourni avec l'appareil pour vous connecter à un ordinateur exécutant RaySafe View.

RaySafe View comprend :

- L'affichage en temps réel des résultats.
- Le contrôle à distance de l'appareil (modification des réglages, enregistrement des mesures).
- L'importation des mesures enregistrées dans l'appareil.
- L'analyse des données des taux Log sous forme d'onde.
- La possibilité d'enregistrer les mesures sur l'ordinateur.
- L'exportation de données vers Microsoft Excel et vers des fichiers csv.

Téléchargez RaySafe View sur www.flukebiomedical.com.

MAINTENANCE

Chargement de la batterie

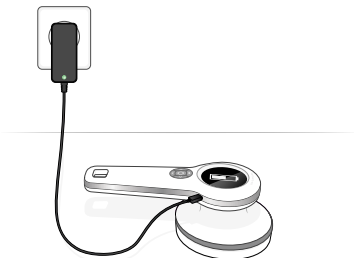


Figure 11. Branchez le chargeur USB.

Pour recharger la batterie, connectez le chargeur fourni sur le connecteur USB de l'appareil et branchez-le sur une prise murale. Vous pouvez également utiliser un chargeur USB ou vous brancher sur le port USB d'un ordinateur mais la charge est plus rapide si vous utilisez le chargeur fourni (environ 3 heures de batterie vide à batterie pleine, au lieu de 12 heures).

REMARQUE Si vous utilisez l'appareil lorsque le symbole de la batterie est rouge, l'appareil risque de s'éteindre automatiquement à tout moment.

⚠ AVERTISSEMENT Assurez-vous que le connecteur USB de l'appareil est propre et sec avant de brancher un câble.

Nettoyage

Nettoyez l'appareil avec le couvercle monté à l'aide d'un chiffon humide et d'un détergent doux.

L'appareil n'est pas étanche à l'eau lorsque le couvercle n'est pas mis en place. Si l'appareil est contaminé alors que le couvercle n'est pas mis en place, essuyez délicatement la zone avec un chiffon et assurez-vous que l'appareil et le couvercle sont propres avant de monter le couvercle.

Stockage

Entreposez l'appareil éteint et avec un couvercle mis en place.

Entretien

Contactez le fabricant pour tout entretien. Voir "Contacts pour l'entretien et le support" à la page 81.

REMARQUE RaySafe 452 ne comporte aucune pièce susceptible de pouvoir être réparée par l'utilisateur.

ERREURS ET SYMBOLES

Erreurs de l'appareil

Les tests d'auto-diagnostic sont effectués au démarrage et de façon continue pendant le fonctionnement de l'appareil.

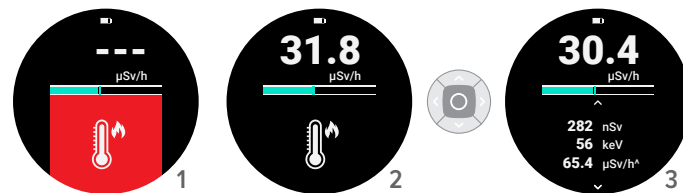


Figure 12. 1 : Écran d'erreur. 2 : Écran de confirmation. 3 : Écran de mesure.

Si une erreur se produit, l'écran de mesure est bloqué par un symbole d'erreur sur fond rouge (1 sur la Figure 12 à la page 73) et l'appareil émet un bip toutes les quinze secondes. Lorsque l'écran est rouge, l'appareil n'effectue aucune mesure.

Si l'erreur est résolue, l'appareil démarre automatiquement une nouvelle mesure mais le symbole d'erreur reste affiché sur fond noir (2 sur la Figure 12 à la page 73). Appuyez sur le bouton central pour confirmer le symbole et pour afficher la mesure en cours (3 sur la Figure 12 à la page 73).

SYMBOLE D'ERREUR	TYPE	ACTION
	Erreurs de l'appareil (#2, #3, #4, #6, #7, #8)	Redémarrer l'appareil. Si l'erreur persiste, contactez le support technique. Voir "Contacts pour l'entretien et le support" à la page 81.
	Débit de dose trop élevé	Le débit de dose dépasse les limites de la spécification. Éloignez l'appareil de la source de rayonnement pour réduire le taux.
	L'appareil est trop froid	Laisser l'appareil chauffer au-dessus de -20 °C (-4 °F).
	L'appareil est trop chaud	Laisser refroidir l'appareil en dessous de 50 °C (122 °F).
	Type de couvercle correct non détecté	Montez un couvercle fourni avec l'appareil et/ou assurez-vous que le couvercle est correctement monté. Certains modèles d'appareils ne peuvent fonctionner que lorsqu'un couvercle est mis en place.

Autres symboles de l'écran

SYMBOLE	TYPE	SIGNIFICATION
	Nouvelle mesure commencée	Après 24 heures de mesure continue, l'appareil enregistre automatiquement une mesure et démarre une nouvelle mesure. Confirmez ceci en appuyant sur le bouton central pour revenir à l'écran de mesure.
	Mesure corrompue	Cette mesure enregistrée est corrompue et ne peut être affichée.

Symboles sur les étiquettes

Pour obtenir une liste complète des symboles de produits applicables, veuillez consulter la page :

www.flukebiomedical.com/resource/certification-sheets.

SYMBOLE	SIGNIFICATION
	AVERTISSEMENT – RISQUE DE DANGER. Consulter le document utilisateur.
	Fabricant
	Référence
	Numéro de série
	Ce produit est conforme aux exigences de marquage de la Directive DEEE. L'étiquette apposée indique que vous ne devez pas jeter ce produit électrique/électronique avec les déchets domestiques. Catégorie de produit : Ce produit est classé Catégorie 9 « Instruments de surveillance et de contrôle » dans la liste des types d'équipements de la Directive DEEE, Annexe I. Il ne doit pas être éliminé comme un déchet ménager non trié.
	Aucune des substances réglementées par la norme RoHS chinoise n'est présente au-dessus des niveaux autorisés.

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

Générales

Norme de sécurité	Conforme à la norme CEI 61010-1:2010, degré de pollution 2
Norme de mesurage de rayonnement	Conforme à la norme CEI 60846-1:2009, sauf CEM conforme à la norme CEI 61326-1:2012, et sauf le niveau sonore de l'alarme
Dimensions	250 x 127 x 83 mm (9,8 x 5,0 x 3,3 pouces)
Poids	0,8 kg (1,7 livres)
Écran	Écran LCD couleurs 240 x 400 pixels, lisible en plein soleil, rétroéclairé
Alarme de débit	65 dB(A) à 30 cm (12 pouces)
Température de fonctionnement	-20 à +50 °C (-4 à +122 °F)
Température de stockage	-30 à +70 °C (-22 à +158 °F)
Température de charge de la batterie	+10 à +40 °C (+50 à +104 °F)
Pression atmosphérique	70 à 107 kPa, altitude jusqu'à 3 000 m (10 000 ft)
Code IP	IP64 (étanche à la poussière et résistant à l'eau) conforme à la norme CEI 60529:1989–2013, avec couvercle monté, joints intacts et aucun périphérique branché sur le connecteur USB
Humidité, sans couvercle	< 90 % d'humidité relative, sans condensation
Autonomie de la batterie	Jusqu'à 100 h
Batterie	Lithium-ion 18 650 rechargeable intégré (< 3600 mAh, 3,6 V)
Connecteur	Micro USB (5 V DC, 1,3 A), pour la communication et la charge
Montage	Filetage pour trépied ¼" standard sur poignée
Stockage des données	4 000 mesures enregistrées et 10 jours de débit de dose Log avec une résolution de 1 s

Logiciel

RaySafe View (pour le contrôle à distance, l'analyse et l'exportation des données)

Radiologie

Équivalent de dose ambiante, $H^*(10)$

Plage	0 µSv/h à 1 Sv/h (0 µrem/h à 100 rem/h)	
Résolution de débit	0,01 µSv/h (1 µrem/h) ou 3 chiffres	
Résolution de la dose	0,1 nSv (0,01 µrem) ou 3 chiffres	
Rayonnement détecté	Rayons γ et X > 10 keV	
Linéarité, ^{137}Cs	±10 %, après soustraction du bruit de fond	
Gamme d'énergie	16 keV à 7 MeV	
Réponse énergétique ¹	> 20 µSv/h (2 mrem/h) et $T < 30\text{ °C}$ (86 °F)	±25 %, 16 à 20 keV ±15 %, 20 keV à 5 MeV ±25 %, 5 à 7 MeV
	sinon	±25 %, 16 à 20 keV ±20 %, 20 keV à 1 MeV -25 % à +150 %, 1 à 7 MeV
Durée minimale d'impulsion des rayons X ²	5 ms à $T < 30\text{ °C}$ (86 °F)	
Fréquence minimale du linac ^{2,3}	100 Hz à $T < 30\text{ °C}$ (86 °F)	
Temps de réponse du débit	~ 2 s pour détecter un pas de 0,2 à 2 µSv/h (20 à 200 µrem/h)	
Gamme d'énergie CEI 60846-1 ⁴	20 keV à 2 MeV, angle d'incidence ± 45°	
Gamme de débits de dose IEC 60846-1 ⁴	1 µSv/h à 1 Sv/h (100 µrem/h à 100 rem/h)	
Gamme de doses CEI 60846-1 ⁴	1 µSv à 24 Sv (100 µrem à 2,4 krem), coefficient de variation < 3 %	
Unités	Sv rem (1 rem = 1/100 Sv)	

Kerma dans l'air, K_{air}

Plage	0 $\mu\text{Gy/h}$ à 1 Gy/h (0 $\mu\text{R/h}$ à 114 R/h)	
Résolution de débit	0,01 $\mu\text{Gy/h}$ (1 $\mu\text{R/h}$) ou 3 chiffres	
Résolution de la dose	0,1 nGy, (0,01 μR) ou 3 chiffres	
Rayonnement détecté	Rayons γ et $X > 10 \text{ keV}$	
Linéarité, ^{137}Cs	$\pm 10 \%$, après soustraction du bruit de fond	
Gamme d'énergie	30 keV à 7 MeV	
Réponse énergétique ¹	> 20 $\mu\text{Gy/h}$ (2,3 mR/h) et $T < 30 \text{ }^\circ\text{C}$ (86 $^\circ\text{F}$)	$\pm 15 \%$, 30 keV à 5 MeV $\pm 25 \%$, 5 à 7 MeV
	sinon	$\pm 30 \%$, 30 keV à 1 MeV -25% à $+120 \%$, 1 à 7 MeV
Durée minimale d'impulsion des rayons X ²	5 ms à $T < 30 \text{ }^\circ\text{C}$ (86 $^\circ\text{F}$)	
Fréquence minimale du linac ^{2,3}	100 Hz à $T < 30 \text{ }^\circ\text{C}$ (86 $^\circ\text{F}$)	
Temps de réponse du débit	$\sim 2 \text{ s}$ pour détecter un pas de 0,2 à 2 $\mu\text{Gy/h}$ (23 à 230 $\mu\text{R/h}$)	
Unités	Gy rad (1 rad = 1/100 Gy) R (1 R = 1/114,1 Gy)	

Énergie photonique moyenne, $\bar{E}$

Plage	20 keV à 600 keV
Incertitude	10 % à < 100 keV, 20 % sinon
Définition de la norme	ISO 4037-1:2019
Débit de dose minimum ⁵	20 $\mu\text{Sv/h}$ (2 mrem/h) ou 20 $\mu\text{Gy/h}$ (2,3 mR/h), à $T < 30 \text{ }^\circ\text{C}$ (86 $^\circ\text{F}$)

Compteur (α , β , γ)

Type de détecteur	Geiger-Müller pancake		
Fenêtre	Mica, 1,5 à 2 mg/cm^2		
Zone sensible	15,55 cm^2 , derrière une grille d'acier ouverte à 79 %		
Rayonnement détecté	$\alpha > 3,5 \text{ MeV}$ $\beta > 40 \text{ keV}$ Rayons γ et $X > 5 \text{ keV}$		
Plage	0 cps à 20 kcps (0 cpm à 1,2 Mcpm)		
Résolution de débit	0,1 cps (1 cpm) ou 3 chiffres		
Résolution du compteur	1 comptage ou 3 chiffres		
Correction du temps mort	Automatique, linéarité sur une plage de -10% à $+30 \%$		
Bruit de fond à 0,1 $\mu\text{Sv/h}$	0,5 cps (30 cpm)		
Sensibilité gamma typique, ^{137}Cs	6 cps / $\mu\text{Gy/h}$ (3000 cpm / mR/h)		
Temps de réponse du débit	$\sim 2 \text{ s}$ pour détecter un pas de 1 à 10 cps (60 à 600 cpm)		
Unités	cps cpm (1 cpm = 1/60 cps)		
Sensibilité aux émissions 2π ⁶	Radionucléide	Désintégration (E_{Max})	Efficacité typique
	^{14}C	β^- (0,16 MeV)	15 %
	^{60}Co	β^- (0,32 MeV)	31 %
	^{36}Cl	β^- (0,71 MeV)	43 %
	^{90}Sr / ^{90}Y	β^- (0,55 / 2,28 MeV)	49 %
	^{239}Pu	α (5,16 MeV)	26 %
	^{241}Am	α (5,49 MeV)	26 %

NOTES

1. Cet appareil utilise un compteur Geiger-Müller pancake à faibles débits et un faisceau de capteurs à semi-conducteurs à des débits plus élevés. Le débit auquel les capteurs à semi-conducteurs s'engagent augmente graduellement avec la température, pour les températures supérieures à 30 °C (86 °F).
2. Limites dans lesquelles la réponse se situe dans une plage de $\pm 20\%$ de la réponse à un rayonnement continu. Au-dessus de 30 °C (86 °F), la capacité de l'appareil à traiter les débits d'impulsions d'un linac et les impulsions brèves de rayons X diminue graduellement avec l'augmentation de la température.
3. Fait référence à la fréquence de répétition des impulsions micro-ondes des accélérateurs linéaires médicaux typiques. Chaque impulsion a une durée type de quelques μ s.
4. Plages dans lesquelles l'appareil est conforme aux spécifications de la norme CEI 60846-1:2009.
5. Au-dessus de 30 °C (86 °F), le débit de dose minimal augmente graduellement avec l'augmentation de la température.
6. Mesurée avec une distance de 3 mm entre boîtier de l'appareil (sans couvercle) et les sources à grandes surfaces de classe 2 conformément à la norme ISO 8769:2010.

Position du capteur

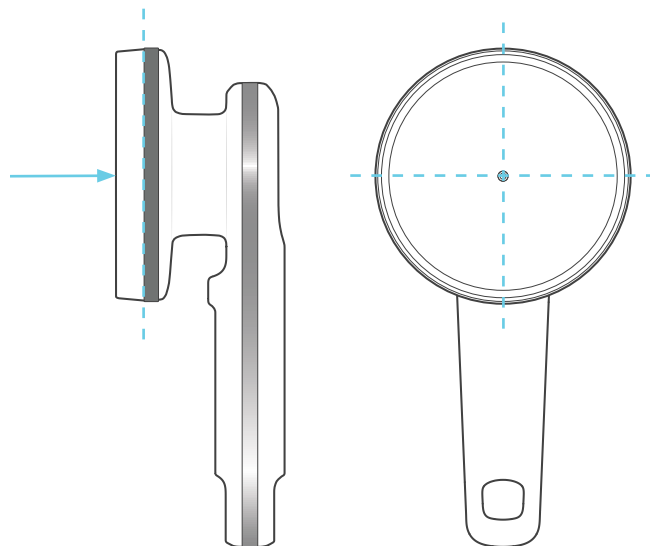
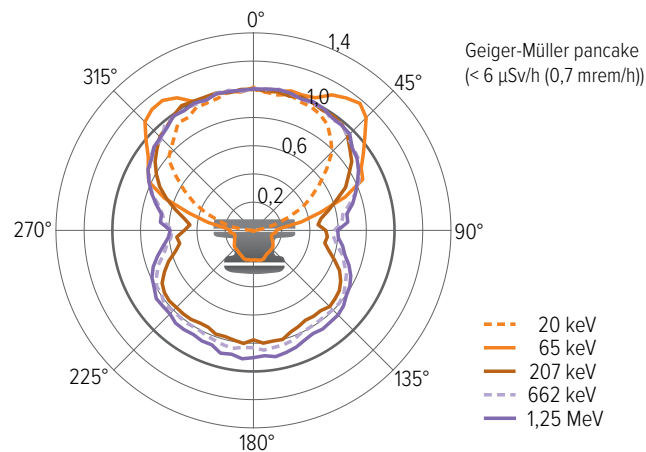
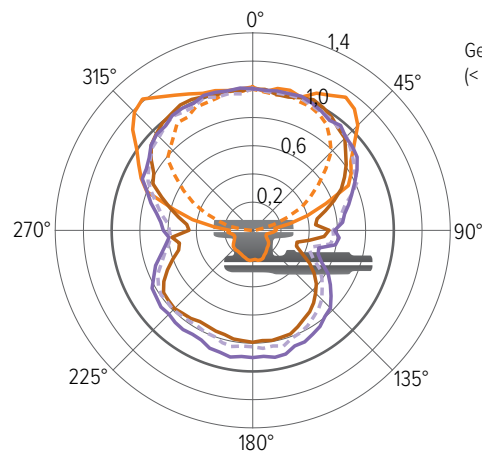
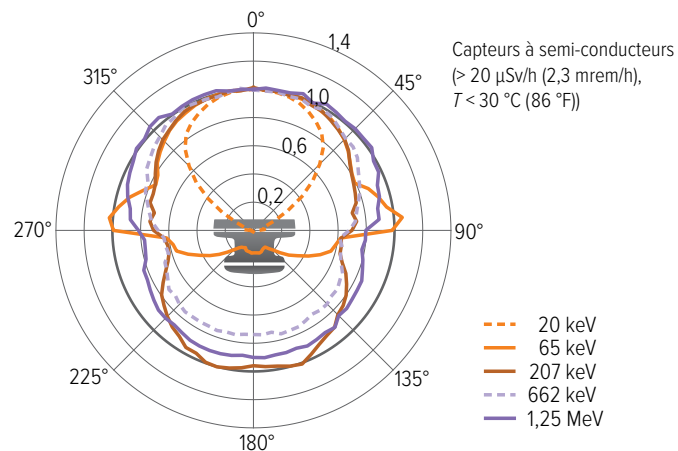
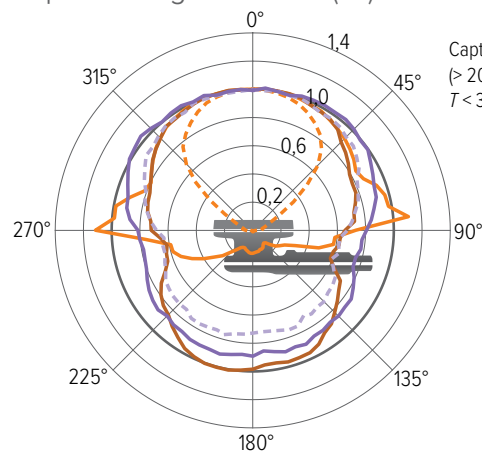
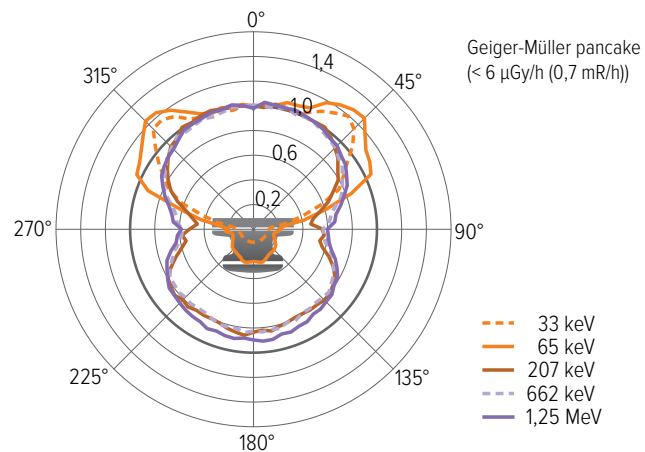
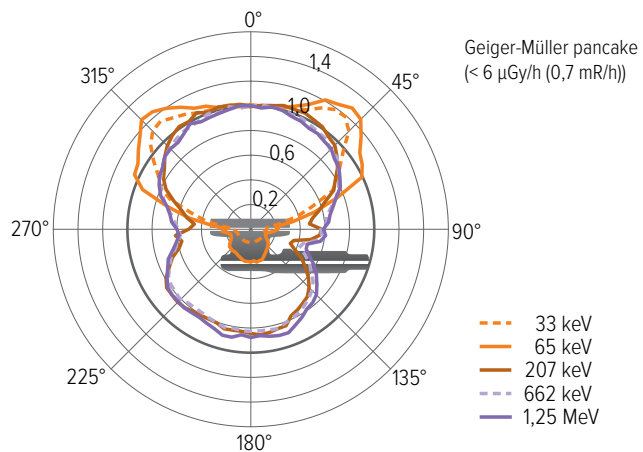
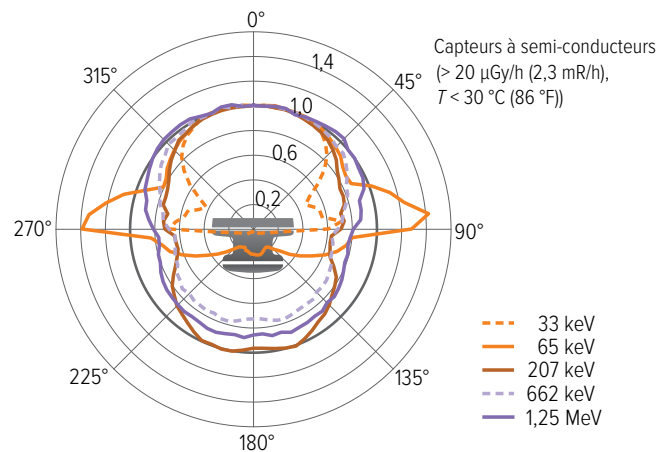
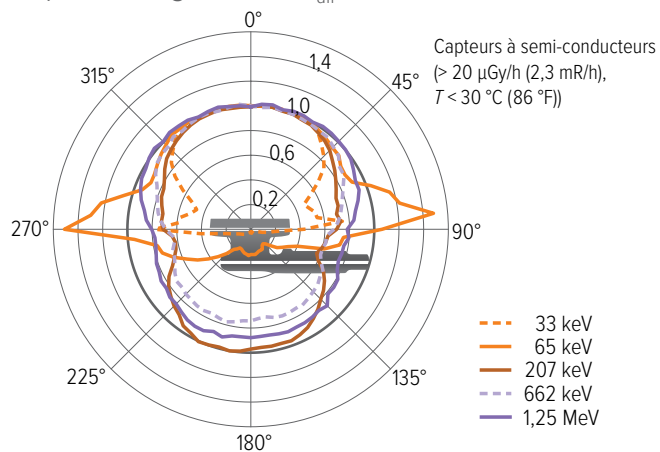
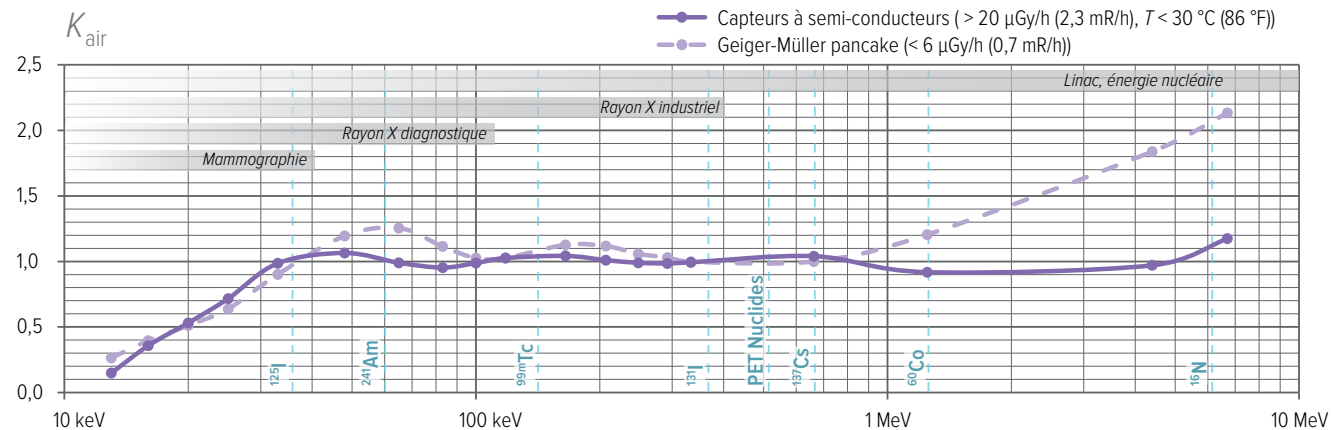
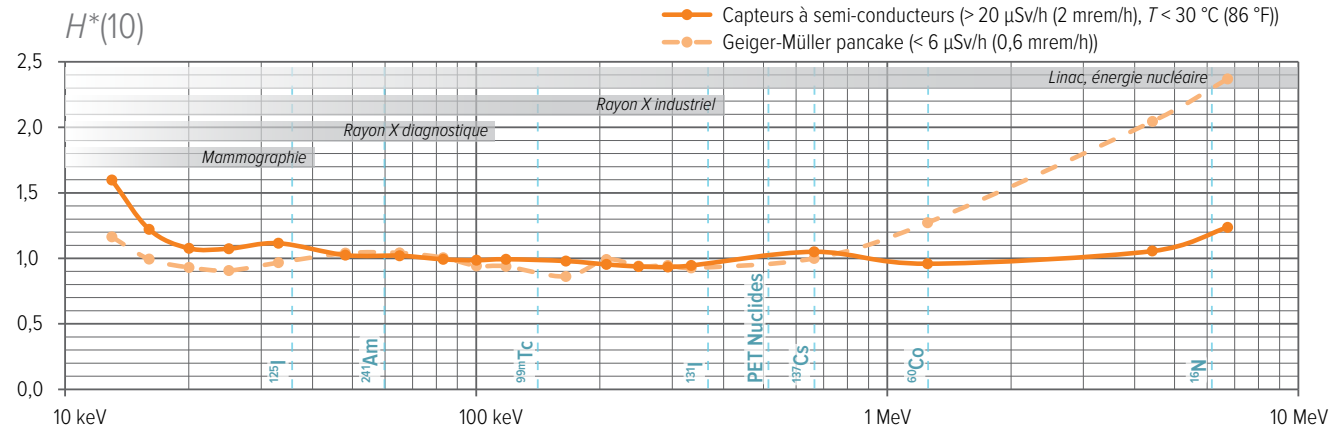


Figure 13. Direction de référence du capteur, plan de référence et point de référence.

Réponse angulaire – $H^*(10)$ 

Réponse angulaire – K_{air} 

Réponse énergétique typique



LICENCES LOGICIELLES

Licence FreeRTOS, voir la page du produit RaySafe 452 sur www.flukebiomedical.com.

GARANTIE

Fluke Biomedical garantit cet appareil contre tout défaut matériel ou vice de fabrication pendant un an à compter de la date d'achat originale OU deux ans si, à la fin de votre première année, vous envoyez l'appareil à un centre de service Fluke Biomedical ou RaySafe pour étalonnage. Notre tarif habituel vous sera facturé pour cet étalonnage. Pendant la période de garantie, nous réparerons ou, à notre discrétion, remplacerons sans frais tout produit s'avérant défectueux, sous réserve que vous retourniez à vos frais le dit produit à Fluke Biomedical. Cette garantie n'est pas transférable et ne s'applique qu'à l'acheteur original. La garantie devient caduque si le produit a été endommagé par accident ou mauvaise utilisation ou s'il a été entretenu ou modifié par toute autre personne qu'un technicien d'un centre de service agréé par Fluke Biomedical. AUCUNE AUTRE GARANTIE, TELLE QUE L'ADÉQUATION À UN USAGE PARTICULIER, N'EST CONSENTIE, EXPRESSÉMENT OU IMPLICITEMENT. FLUKE NE POURRA ÊTRE TENU RESPONSABLE DES DOMMAGES OU PERTES SPÉCIAUX, INDIRECTS, FORTUITS OU CONSÉCUTIFS, Y COMPRIS LA PERTE DE DONNÉES, DÉCOULANT D'UNE CAUSE OU D'UNE THÉORIE.

Cette garantie couvre uniquement les produits identifiés par un numéro de série et leurs accessoires portant une étiquette distincte avec un numéro de série. Le réétalonnage des appareils n'est pas couvert par la garantie.

Cette garantie vous accorde des droits spécifiques légaux, mais vous pouvez bénéficier d'autres droits qui varient selon les juridictions. Certaines juridictions n'autorisant pas l'exclusion ou la limitation d'une garantie implicite ou de dommages indirects ou consécutifs, il est possible que cette limitation de responsabilité ne vous concerne pas. Si l'une quelconque provision de cette garantie s'avérait non valide ou non exécutoire par un tribunal ou autre décideur de juridiction compétente, cette décision n'affectera pas la validité ou l'applicabilité de toute autre disposition.

CONTACTS POUR L'ENTRETIEN ET LE SUPPORT

Pour plus d'informations sur l'entretien et le support, consultez la page produit RaySafe 452 sur www.flukebiomedical.com.

Fabriqué par :
Fluke Biomedical
6920 Seaway Blvd.
Everett, WA
U.S.A.

Manuale d'uso (IT)

INFORMAZIONI SU RAYSAFE 452	84	Conservazione	93
INTRODUZIONE.....	85	Assistenza	93
AZIONI E IMPOSTAZIONI.....	86	ERRORI E SIMBOLI	93
Panoramica della schermata.....	86	Errori dello strumento	93
Memorizzazione delle misurazioni	86	Altri simboli visualizzati	94
Accesso alle misurazioni memorizzate.....	86	Simboli sulle etichette	94
Coperchietti e grandezze.....	87	SPECIFICHE TECNICHE.....	95
Tasti e menu	87	Generalità	95
MISURAZIONE CON COPERCHIETTO	89	Radiologia	95
Parametri di misurazione	89	Posizione dei sensori	97
Sorgenti di radiazioni intermittenti	90	Risposta angolare - $H^*(10)$	98
MISURAZIONE SENZA COPERCHIETTO.....	90	Risposta angolare - K_{air}	99
Parametri di misurazione	91	Risposta energetica tipica.....	100
Calcolo dell'attività.....	92	LICENZE SOFTWARE	101
RAYSAFE VIEW	92	GARANZIA	101
MANUTENZIONE	93	CONTATTI PER LA MANUTENZIONE E L'ASSISTENZA.....	101
Ricarica della batteria.....	93		
Pulizia.....	93		

INFORMAZIONI SU RAYSAFE 452

RaySafe 452 è un dispositivo portatile progettato per monitorare e misurare i livelli di radiazione all'interno e temporaneamente all'aperto, in siti nucleari, industriali e per applicazioni mediche.

⚠ AVVERTENZA *RaySafe 452 non sostituisce alcuna apparecchiatura per la protezione dalle radiazioni.*

⚠ AVVERTENZA *RaySafe 452 non costituisce un sostituto di dosimetri personali o legali.*

⚠ AVVERTENZA *RaySafe 452 non è approvato per l'uso in ambienti con atmosfera esplosiva.*

⚠ AVVERTENZA *Utilizzare RaySafe 452 soltanto come specificato, altrimenti la protezione fornita nella progettazione potrebbe risultare compromessa.*

⚠ AVVERTENZA *Prestare particolare attenzione quando vengono misurate sorgenti di radiazioni intermittenti, quali ad esempio raggi X con funzionamento pulsato oppure acceleratori di particelle lineari (LINAC). Vedere "Sorgenti di radiazioni intermittenti" a pagina 90.*

RaySafe 452 (lo strumento) viene utilizzato con vari coperchietti, oppure senza coperchi, a seconda che si voglia misurare la dose, il rateo di dose, l'energia fotonica media, i conteggi e la frequenza di conteggio.

Lo strumento è costituito da due sistemi di sensori gestiti automaticamente:

1. Un contatore professionale Geiger-Müller (denominato "pancake"), utilizzato per ratei di dose ridotti e, senza coperchietto, come contatore $\alpha / \beta / \gamma$ (alfa, beta, gamma).

2. Un gruppo di sensori allo stato solido, utilizzati per ratei di dose da medi a elevati.

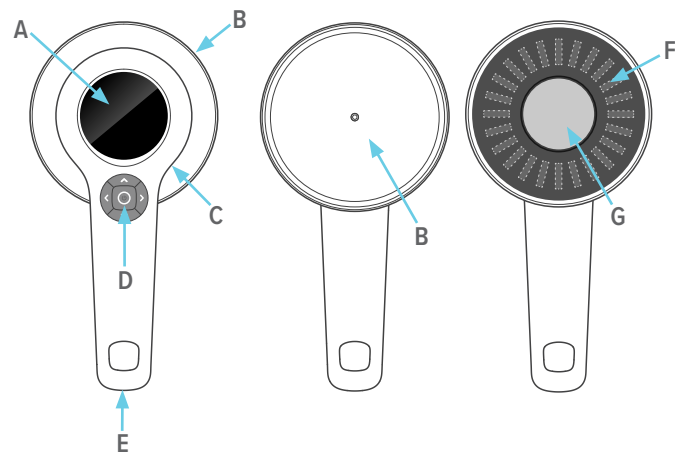


Figura 1. Panoramica dello strumento. **A:** Display. **B:** Coperchietto. **C:** Connettore USB per caricabatterie e collegamento a computer. **D:** Tasti (centro, sinistra, destra, su, giù). **E:** Supporto a vite per treppiede. **F:** Sensori allo stato solido dietro una copertura in fibra di carbonio. **G:** Pancake Geiger-Müller dietro una griglia in acciaio.

NOTA *La finestra d'ingresso del pancake Geiger-Müller (**G** in Figura 1 a pagina 84) è molto fragile e non deve mai essere toccata. Il pancake Geiger-Müller è inoltre sensibile agli urti meccanici.*

INTRODUZIONE

Accendere lo strumento premendo a lungo (circa 3 secondi) il tasto centrale (⏻).

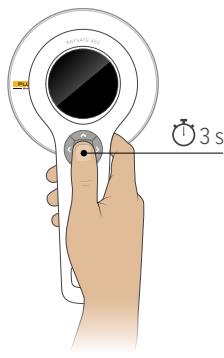


Figura 2. Accensione.

Lo strumento inizia a misurare dopo circa 5 secondi.

Posizionare lo strumento con i sensori rivolti verso la sorgente delle radiazioni. Lo strumento passerà da un sistema di sensori all'altro e adatterà automaticamente i tempi di calcolo dei valori medi.

Le grandezze misurate cambiano a seconda del coperchietto.

Vedere "Coperchietti e grandezze" a pagina 87.

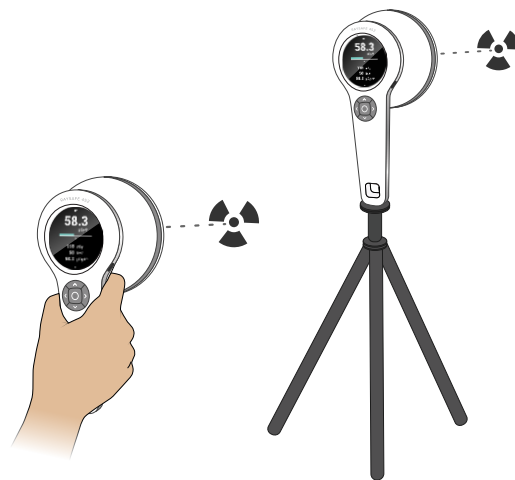


Figura 3. Posizione con l'area dei sensori rivolta verso la sorgente delle radiazioni.

Spegnere premendo a lungo il tasto centrale. Lo strumento memorizza automaticamente un dato con valori di rateo con una risoluzione di 1 secondo.

AZIONI E IMPOSTAZIONI

Panoramica della schermata

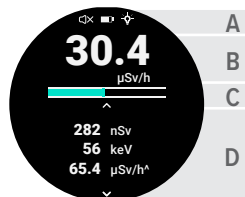


Figura 4. Panoramica della schermata.

- A.** Simboli di stato: suono misurazione, batteria e retroilluminazione del display.
- B.** Rateo di dose corrente o frequenza di conteggio. La quantità e l'unità visualizzate cambiano a seconda del coperchietto e delle impostazioni. Vedere Tabella 1 a pagina 87 per ulteriori informazioni.
- C.** Barra della frequenza. La barra della frequenza mostra la frequenza corrente, senza calcolo della media, aggiornata 4 volte al secondo. La scala è logaritmica e copre l'intervallo di frequenze specificato.
- D.** Contenuto variabile: parametri di misurazione correnti, impostazioni, misurazione memorizzata, schermata di errore o schermata di conferma, a seconda dell'interazione dell'utente e delle condizioni ambientali.

Memorizzazione delle misurazioni

Memorizzare manualmente una misurazione premendo brevemente il tasto centrale.

La memorizzazione di una misurazione salva e resetta tutte le letture visualizzate.

Una misurazione verrà inoltre memorizzata automaticamente:

- Quando viene montato o smontato un coperchietto.
- Quando viene spento lo strumento.
- Quando uno stato di errore interrompe la misurazione in corso.
- Dopo 24 ore di misurazione continua.

Accesso alle misurazioni memorizzate

È possibile accedere a tutte le misurazioni memorizzate utilizzando un computer su cui è in funzione RaySafe View. Vedere "RaySafe View" a pagina 92. Le misurazioni recenti dispongono di un registro con i dati di rateo con una risoluzione di 1 secondo, visualizzato in RaySafe View come forma d'onda.

Dal display dello strumento è possibile accedere alle misurazioni memorizzate dall'ultima accensione. Premere il tasto freccia giù per visualizzare le misurazioni memorizzate. Vedere Figura 5 a pagina 86. Passare da una misurazione all'altra utilizzando i tasti freccia sinistra e destra.

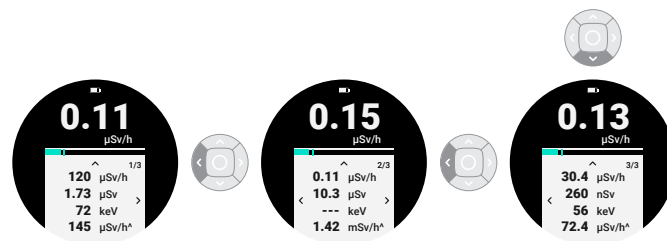


Figura 5. Accesso alle misurazioni memorizzate.

Dopo 10 giorni di registrazione, oppure dopo 4000 misurazioni memorizzate, i valori più vecchi verranno sovrascritti ciclicamente.

Coperchietti e grandezze

A seconda del modello, lo strumento è munito di diverse serie di coperchietti con varie composizioni di filtri.

I coperchietti sono muniti di attacco a baionetta. Allineare la linea sul coperchietto con la linea sullo strumento, unire e ruotare per serrare il coperchietto.

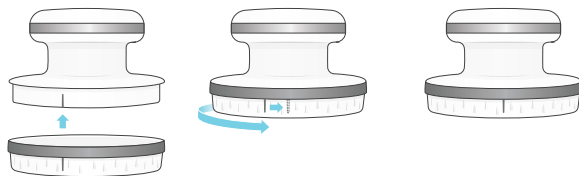


Figura 6. Montaggio di un coperchietto.

NOME DEL COPERCHIETTO	QUANTITÀ DI DOSE	UNITÀ
Ambient	Equivalente di dose ambientale, $H^*(10)$	Sv, rem
Air kerma	Air kerma, K_{air}	Gy
	Dose assorbita nell'aria, D_{air}	rad
	Esposizione, X	R
Senza coperchietto	Conteggi (α , β , γ)	cps, cpm

Tabella 1. Coperchietti e grandezze misurate.

Modificare l'unità della misurazione nel menu delle impostazioni. Vedere "Tasti e menu" a pagina 87.

Lo strumento viene calibrato con il coperchietto o i coperchietti associati e deve essere utilizzato soltanto con il coperchietto o i coperchietti in dotazione allo strumento. La data di calibrazione e il numero di serie sono stampati sull'etichetta del coperchietto.

NOTA Prima di esporre lo strumento all'acqua o alla polvere, accertarsi che la guarnizione in gomma sia intatta e pulita, che il coperchietto sia montato correttamente e che nessun dispositivo sia collegato al connettore USB.

Tasti e menu



Figura 7. Tasto centrale.

Una *pressione prolungata* sul tasto centrale provoca l'accensione o lo spegnimento dello strumento.

Quando lo strumento mostra la schermata di misurazione, con una *pressione breve* sul tasto centrale viene memorizzata una misurazione. In tutte le altre schermate, una pressione breve sul tasto centrale provoca il ritorno alla schermata di misurazione.



Figura 8. Tasti freccia.

La schermata di misurazione è quella predefinita dopo l'accensione. Premere il tasto freccia in alto dalla schermata di misurazione per accedere alle impostazioni.

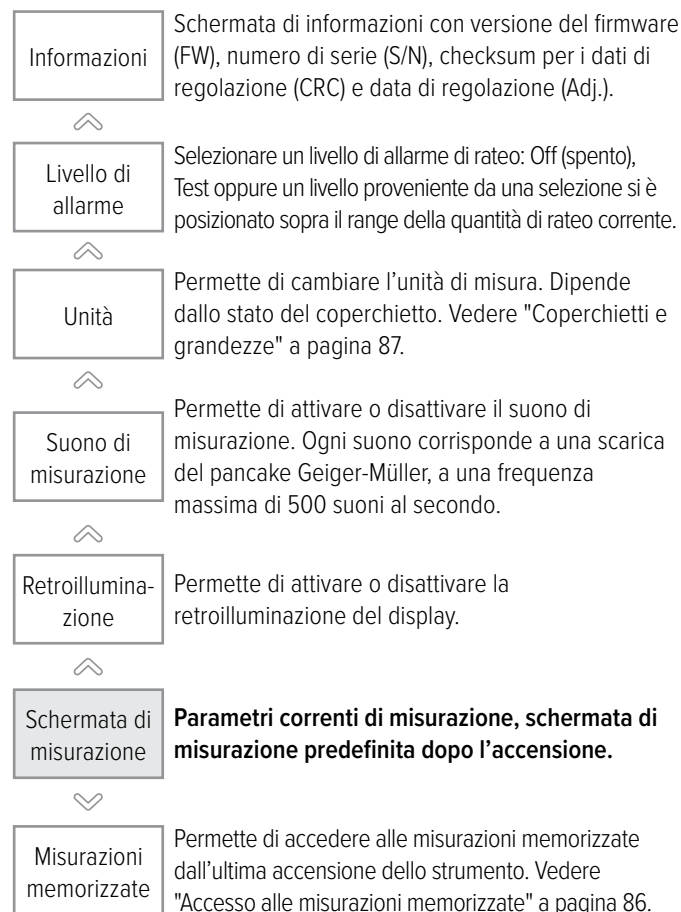
Premere il tasto freccia sinistra o destra, come indicato sulla schermata, per passare da un'impostazione selezionabile all'altra. L'impostazione viene modificata immediatamente. Premere il tasto centrale per tornare alla schermata di misurazione.

Premere il tasto freccia in basso dalla schermata di misurazione per accedere alle misurazioni memorizzate. Le misurazioni memorizzate vengono elencate in ordine cronologico, da destra a sinistra.

Sono disponibili due accessi rapidi:

- Una pressione prolungata sul tasto freccia sinistra attiva o disattiva il suono di misurazione.
- Una pressione prolungata sul tasto freccia destra attiva o disattiva la retroilluminazione del display.

Struttura dei menu



MISURAZIONE CON COPERCHIETTO

Selezionare il coperchietto da utilizzare (*Ambient* o *Air kerma*).

1. Montare il coperchietto.
2. Posizionare lo strumento con i sensori (l'area piatta del coperchietto) rivolti verso la sorgente delle radiazioni.

Lo strumento gestisce i due sistemi di sensori senza soluzione di continuità, sia per le sorgenti continue di radiazioni, sia per quelle intermittenti. Vedere "Sorgenti di radiazioni intermittenti" a pagina 90.

Lo strumento non dispone della funzionalità di regolazione dello zero e le misurazioni includono la radiazione di fondo.

Parametri di misurazione

Dose e rateo di dose

La dose è tutta la dose accumulata durante la misurazione corrente.

Il rateo di dose utilizza un algoritmo che rileva i cambiamenti delle radiazioni con un tempo di risposta di pochi secondi, ma in alcuni casi può essere necessario più tempo per la stabilizzazione, in base a Tabella 2 a pagina 89.

RATEO DI DOSE ($\mu\text{Gy/h}$, $\mu\text{Sv/h}$)	RATEO DI DOSE (mrad/h, mR/h, mrem/h)	TEMPO ALLA STABILITÀ MASSIMA
$\leq 0,1$	$\leq 0,01$	60 s
0,3	0,03	30 s
1	0,1	10 s
3	0,3	10 s
10	1	10 s
30	3	10 s
100	10	5 s
≥ 300	≥ 30	2 s

Tabella 2. Tempi di stabilizzazione del rateo di dose.

NOTA Le letture del rateo di dose possono richiedere tempo ulteriore per stabilizzarsi su un valore inferiore dopo livelli di radiazione elevati, a causa del bagliore residuo degli scintillatori nei sensori allo stato solido.

NOTA Lo strumento non è sensibile ai neutroni, come è stato dimostrato utilizzando neutroni termici provenienti da una sorgente moderata ²⁴¹Am-Be. La risposta è risultata essere inferiore del 5% rispetto all'equivalente dose ambientale di neutroni.

Rateo di dose di picco (*)

Il rateo di dose di picco è la lettura del rateo di dose visualizzata più alta dall'ultimo reset. Consultare la definizione del rateo di dose.

NOTA Lo strumento rileva i muoni, creati quando le particelle interstellari ad alta energia provenienti dalla Via Lattea si schiantano nell'atmosfera terrestre. I muoni interagiscono con i sensori allo stato solido (durante la misurazione con il coperchietto) e creano brevi impulsi di ratei di dose (1-2 s) di circa 100 volte lo sfondo. Al livello del mare, lo strumento

rileva in genere pochi muoni al giorno, ma ad altitudini più elevate (ad esempio durante i viaggi in aereo) il numero aumenta a centinaia di muoni al giorno.

Energia fotonica media

L'energia fotonica media utilizza una media di movimento fino a 10 secondi. Il tempo medio viene abbreviato ogni volta che viene rilevata una variazione del rateo di dose.

Sorgenti di radiazioni intermittenti

La dose è accurata per impulsi di breve durata, a causa delle rapide correzioni del tempo morto e agli algoritmi dei sensori. Vedere Figura 9 a pagina 90.

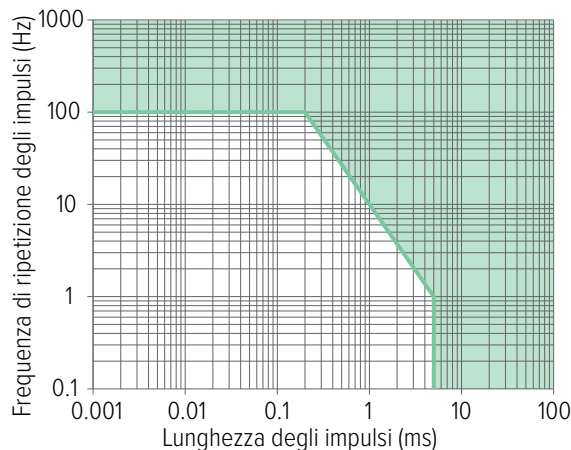


Figura 9. Prestazioni sulle radiazioni intermittenti, per temperature fino a 30 °C (86 °F). **Area verde:** risposta entro ±20% del tempo di risposta a radiazioni continue.

Il rateo di dose viene calcolato in media su 1 secondo o più e viene aggiornato una volta al secondo. Di conseguenza, allo strumento serve un impulso di radiazione di almeno 2 secondi per misurare in modo affidabile la frequenza dell'impulso. È possibile calcolare manualmente la frequenza di un impulso più breve utilizzando la dose misurata e una durata di impulso conosciuta.

Quando vengono misurati impulsi che si ripetono continuamente, ad esempio provenienti da una fluoroscopia pulsata o da LINAC, lo strumento misura il rateo di dose medio. Se il ciclo di lavoro è conosciuto, può essere utilizzato come correzione per il calcolo della frequenza di radiazione negli impulsi.

NOTA A temperature superiori a 30 °C (86 °F), la capacità dello strumento di gestire le radiazioni provenienti da sorgenti intermittenti diminuisce gradualmente con l'aumento della temperatura.

MISURAZIONE SENZA COPERCHIETTO

Quando la misurazione avviene senza coperchietto, ad esempio su una superficie potenzialmente contaminata:

1. Smontare il coperchietto. Nelle misurazioni senza coperchietto, il sensore attivo è il pancake Geiger-Müller, **G** in Figura 1 a pagina 84.
2. Attivare il suono di misurazione.
Suggerimento: una pressione prolungata sul tasto freccia sinistra attiva o disattiva il suono di misurazione.
3. Tenere lo strumento vicino alla superficie, ma non a contatto con essa.
4. Eseguire lentamente una scansione della superficie, a una velocità di circa 1 cm/s (½ pollice al secondo).

Lo strumento conta le valanghe di scariche nel pancake Geiger-Müller, provocate dalle radiazioni alfa, beta e gamma. Dopo ogni scarica, al pancake sono necessarie alcune decine di microsecondi per ricaricarsi: tale intervallo è denominato tempo morto. Lo strumento corregge l'effetto di tale tempo morto ogni millisecondo, automaticamente.

Lo strumento non dispone della funzionalità di regolazione dello zero e le misurazioni includono la radiazione di fondo.

Parametri di misurazione

Conteggi

I conteggi costituiscono la somma di tutti gli eventi di scarica durante la misurazione corrente, corretti per il tempo morto ogni millisecondo.

Frequenza di conteggio

La frequenza di conteggio utilizza un algoritmo che rileva i cambiamenti delle radiazioni con un tempo di risposta di pochi secondi, ma in alcuni casi può essere necessario più tempo per la stabilizzazione. Vedere Tabella 3 a pagina 91.

La frequenza di conteggio viene calcolata in media su 1 secondo o più, e aggiornata una volta al secondo: è per questo motivo che lo strumento richiede che il livello di radiazione sia stabile per almeno 2 secondi per misurare in modo affidabile la frequenza.

FREQUENZA (cps)	FREQUENZA (cpm)	TEMPO ALLA STABILITÀ MASSIMA
≤ 0,5	≤ 30	60 s
1,5	90	33 s
5	300	10 s
15	900	10 s
50	3 k	10 s
150	9 k	7 s
500	30 k	4 s
≥ 1500	≥ 90 k	2 s

Tabella 3. Tempi di stabilizzazione della frequenza di conteggio.

Frequenza di conteggio di picco (^)

La frequenza di conteggio di picco è la frequenza di conteggio visualizzata più alta dall'ultimo reset. Vedere la definizione della frequenza di conteggio.

Calcolo dell'attività

È possibile calcolare l'attività approssimativa dei nuclidi rilevati a partire dalla frequenza di conteggio, vedere Tabella 4 a pagina 92. Per i nuclidi non elencati, eseguire l'interpolazione utilizzando il tipo di decadimento e l'energia delle particelle.

RADIONUCLIDE	DECADIMENTO ($E_{\max}$, MeV)	ATTIVITÀ TIPICA PER FREQUENZA DI CONTEGGIO (Bq/cps), (dpm/cpm)
^{14}C	β^- (0,16)	17
^{60}Co	β^- (0,32)	6
^{36}Cl	β^- (0,71)	4
$^{90}\text{Sr} / ^{90}\text{Y}$	β^- (0,55 / 2,28)	3
^{239}Pu	α (5,16)	8
^{241}Am	α (5,49)	8

Tabella 4. Fattori di conversione dalla frequenza di conteggio all'attività.

Tabella 4 a pagina 92 si basa sulle misurazioni effettuate con una distanza di 3 mm tra l'involucro dello strumento (senza coperchietto) e una piastra in alluminio con un sottile strato di radionuclide (sorgente di classe 2 su superficie estesa in base alla norma ISO 8769:2010). In altre condizioni di misurazione, ad esempio con proprietà fisiche diverse del campione quali spessore, dimensioni e purezza, questi fattori di conversione potrebbero sottostimare l'attività.

Esempio: lo strumento legge 20 cps (1200 cpm) sullo sfondo a breve distanza da una particella contenente Americium-241. L'attività della particella è di almeno $20 \text{ cps} \times 8 \text{ Bq/cps} = 160 \text{ Bq}$ ($1200 \text{ cpm} \times 8 \text{ dpm/cpm} = 9600 \text{ dpm}$).

RAYSAFE VIEW



Figura 10. Collegamento dello strumento a RaySafe View.

Utilizzare il cavo USB in dotazione con lo strumento per collegarsi a un computer su cui è in funzione RaySafe View.

RaySafe View permette quanto segue:

- Visualizzazione in tempo reale delle letture.
- Controllo a distanza dello strumento (modifica delle impostazioni, memorizzazione delle misurazioni).
- Importazione delle misurazioni memorizzate nello strumento.
- Analisi dei dati di rateo memorizzati con forma d'onda.
- Possibilità di salvare le misurazioni sul computer.
- Esportazione di dati in Microsoft Excel e in file di formato csv.

Scaricare RaySafe View da www.flukebiomedical.com.

MANUTENZIONE

Ricarica della batteria

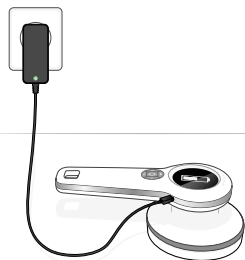


Figura 11. Collegare il caricabatterie USB.

Per ricaricare la batteria, collegare il connettore USB dello strumento a una presa a muro interna con il caricabatterie in dotazione. È inoltre possibile eseguire la ricarica con un power bank USB oppure collegandosi alla porta USB di un computer, ma la ricarica è più veloce con il caricabatterie in dotazione (circa 3 ore, anziché 12, per la ricarica completa di una batteria scarica).

NOTA Se lo strumento viene utilizzato mentre il simbolo della batteria è di colore rosso, potrebbe spegnersi automaticamente in qualsiasi momento.

⚠ AVVERTENZA Assicurarsi che il connettore USB sullo strumento sia pulito e asciutto prima di collegare un cavo.

Pulizia

Pulire lo strumento con il coperchietto montato utilizzando un panno umido e un detergente delicato.

Senza il coperchietto, lo strumento non è impermeabile. Se lo strumento viene contaminato con il coperchietto rimosso, strofinare delicatamente l'area contaminata con un panno e assicurarsi che lo strumento e il coperchietto siano asciutti prima di montare il coperchietto.

Conservazione

Conservare lo strumento spento e con un coperchietto montato.

Assistenza

Per l'assistenza, contattare il fabbricante. Vedere "Contatti per la manutenzione e l'assistenza" a pagina 101.

NOTA RaySafe 452 non presenta pezzi riparabili da parte dell'utente.

ERRORI E SIMBOLI

Errori dello strumento

All'avvio vengono eseguiti dei test automatici che continuano anche durante il funzionamento.

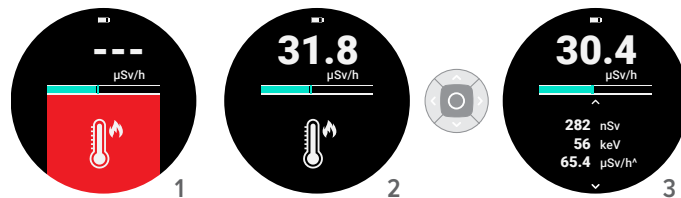


Figura 12. 1: schermata di errore. 2: schermata di conferma. 3: schermata di misurazione.

Se si verifica un errore, la schermata di misurazione viene bloccata da un simbolo di errore su sfondo rosso (**1** in Figura 12 a pagina 93) e lo strumento emette un segnale acustico ogni quindici secondi. Quando la schermata è di colore rosso, lo strumento non esegue misurazioni.

Se l'errore termina, lo strumento avvia automaticamente una nuova misurazione mentre il simbolo di errore rimane su sfondo nero (**2** in Figura 12 a pagina 93). Premere il tasto centrale per confermare il simbolo e per visualizzare la misurazione in corso (**3** in Figura 12 a pagina 93).

SIMBOLO DI ERRORE	TIPO	AZIONE
	Errore dello strumento (#2, #3, #4, #6, #7, #8)	Riavviare lo strumento. Se l'errore persiste, contattare l'assistenza tecnica. Vedere "Contatti per la manutenzione e l'assistenza" a pagina 101.
	Rateo di dose troppo elevato	Il rateo di dose non rientra nelle specifiche. Aumentare la distanza dalla sorgente delle radiazioni per diminuire il rateo di dose.
	Strumento troppo freddo	Lasciar riscaldare lo strumento fino a una temperatura superiore a -20 °C (-4 °F).
	Strumento troppo caldo	Lasciar raffreddare lo strumento fino a una temperatura inferiore a 50 °C (122 °F).
	Tipo corretto di coperchietto non rilevato	Montare un coperchietto in dotazione con lo strumento e/o assicurarsi che il coperchietto sia montato correttamente. Alcuni modelli di strumenti richiedono un coperchietto per funzionare.

Altri simboli visualizzati

SIMBOLO	TIPO	SIGNIFICATO
	Nuova misurazione avviata	Dopo 24 ore di misurazione continua, lo strumento memorizza automaticamente una misurazione e avvia una nuova misurazione. Confermare tale azione premendo il tasto centrale per tornare alla schermata di misurazione.
	Misurazione alterata	Questa misurazione memorizzata è alterata e non può essere visualizzata.

Simboli sulle etichette

Per un elenco completo dei simboli applicabili al prodotto, visitare:

www.flukebiomedical.com/resource/certification-sheets

SIMBOLO	SIGNIFICATO
	AVVERTENZA - RISCHIO DI PERICOLO. Consultare la documentazione d'uso.
	Fabbricante
	Numero dell'articolo
	Numero di serie
	Questo prodotto è conforme ai requisiti di marcatura della Direttiva RAEE sullo smaltimento di rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche. L'etichetta apposta indica che questo prodotto elettrico/elettronico non deve essere smaltito come rifiuto domestico. Categoria di prodotto: con riferimento ai tipi di apparecchiatura nella Direttiva RAEE, Allegato I, questo prodotto è classificato nella categoria 9 come "Strumento di monitoraggio e controllo". Questo prodotto non vede essere smaltito come rifiuto urbano indifferenziato.
	Nessuna delle sostanze limitate della normativa RoHS per la Cina è presente sopra i livelli consentiti.

SPECIFICHE TECNICHE

Generalità

Standard di sicurezza	Conforme alla norma IEC 61010-1:2010, grado di inquinamento 2
Misuratore di radiazioni standard	Conforme alla norma IEC 60846-1:2009, ad eccezione della compatibilità elettromagnetica, per cui è conforme alla norma IEC 61326-1:2012 e con l'eccezione del livello di intensità degli allarmi.
Dimensioni	250 x 127 x 83 mm (9,8 x 5,0 x 3,3 pollici)
Peso	0,8 kg (1,7 libbre)
Display	LCD a colori 240 x 400 pixel, leggibile alla luce del sole, retroilluminato
Allarme di rateo	65 dB(A) a 30 cm (12 pollici)
Temperatura operativa	Da -20 a +50 °C (da -4 a +122 °F)
Temperatura di conservazione	Da -30 a +70 °C (da -22 a +158 °F)
Temperatura di ricarica della batteria	Da +10 a +40 °C (da +50 a +104 °F)
Pressione atmosferica	Da 70 a 107 kPa, altitudine fino a 3000 m (10.000 piedi)
Codice IP	IP64 (antipolvere e resistente all'acqua) ai sensi della norma IEC 60529:1989–2013, con coperchietto montato, guarnizioni intatte e nessun dispositivo collegato al connettore USB
Umidità, senza coperchietto	< 90% di umidità relativa, senza condensa
Durata della batteria	Fino a 100 ore
Batteria	Batteria agli ioni di litio ricaricabile integrata 18650 (< 3600 mAh, 3,6 V)
Connettore	Micro USB (5 V CC, 1,3 A), per la comunicazione e la ricarica
Montaggio	Treppiede filettatura da ¼" standard su maniglia

Conservazione dei dati	4000 misurazioni memorizzate e 10 giorni di registro di ratei di dose con 1 s di risoluzione
Software	RaySafe View (per controllo a distanza, analisi ed esportazione di dati)

Radiologia

Equivalente di dose ambientale, $H^*(10)$

Intervallo	Da 0 μ Sv/h a 1 Sv/h (da 0 μ rem/h a 100 rem/h)	
Risoluzione di rateo	0,01 μ Sv/h (1 μ rem/h) o 3 cifre	
Risoluzione della dose	0,1 nSv (0,01 μ rem) o 3 cifre	
Rilevata radiazione	Raggi γ e X > 10 keV	
Linearità, ^{137}Cs	$\pm 10\%$, dopo la sottrazione del fondo	
Intervallo energetico	Da 16 keV a 7 MeV	
Risposta energetica ¹	> 20 μ Sv/h (2 mrem/h) e $T < 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ (86 °F)	$\pm 25\%$, da 16 a 20 keV $\pm 15\%$, da 20 keV a 5 MeV $\pm 25\%$, da 5 a 7 MeV
	Altrimenti	$\pm 25\%$, da 16 a 20 keV $\pm 20\%$, da 20 keV a 1 MeV da -25% a +150%, da 1 a 7 MeV
Durata minima dell'impulso a raggi X ²	5 ms a $T < 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ (86 °F)	
Frequenza LINAC minima ^{2,3}	100 Hz a $T < 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ (86 °F)	
Tempo di risposta della frequenza	~ 2 s per rilevare un incremento da 0,2 a 2 μ Sv/h (da 20 a 200 μ rem/h)	
Intervallo energetico IEC 60846-1 ⁴	Da 20 keV a 2 MeV, angolo di incidenza $\pm 45^{\circ}$	
Intervallo del rateo di dose IEC 60846-1 ⁴	Da 1 μ Sv/h a 1 Sv/h (da 100 μ rem/h a 100 rem/h)	
Intervallo di dose IEC 60846-1 ⁴	Da 1 μ Sv a 24 Sv (da 100 μ rem a 2,4 krem), coefficiente di variazione < 3%	
Unità	Sv rem (1 rem = 1/100 Sv)	

Air kerma, K_{air}

Intervallo	Da 0 $\mu\text{Gy/h}$ a 1 Gy/h (da 0 $\mu\text{R/h}$ a 114 R/h)	
Risoluzione di rateo	0,01 $\mu\text{Gy/h}$ (1 $\mu\text{R/h}$) o 3 cifre	
Risoluzione della dose	0,1 nGy (0,01 μR) o 3 cifre	
Rilevata radiazione	Raggi γ e $X > 10 \text{ keV}$	
Linearità, ^{137}Cs	$\pm 10 \%$, dopo la sottrazione del fondo	
Intervallo energetico	Da 30 keV a 7 MeV	
Risposta energetica ¹	$> 20 \mu\text{Gy/h}$ (2,3 mR/h) e $T < 30 \text{ }^\circ\text{C}$ (86 $^\circ\text{F}$)	$\pm 15\%$, da 30 keV a 5 MeV $\pm 25\%$, da 5 a 7 MeV
	Altrimenti	$\pm 30\%$, da 30 keV a 1 MeV da -25% a $+120\%$, da 1 a 7 MeV
Durata minima dell'impulso a raggi X^2	5 ms a $T < 30 \text{ }^\circ\text{C}$ (86 $^\circ\text{F}$)	
Frequenza LINAC minima ^{2,3}	100 Hz a $T < 30 \text{ }^\circ\text{C}$ (86 $^\circ\text{F}$)	
Tempo di risposta della frequenza	$\sim 2 \text{ s}$ per rilevare un incremento da 0,2 a 2 $\mu\text{Gy/h}$ (da 23 a 230 $\mu\text{R/h}$)	
Unità	Gy rad (1 rad = 1/100 Gy) R (1 R = 1/114,1 Gy)	

Energia fotonica media, $\bar{E}$

Intervallo	Da 20 keV a 600 keV
Incertezza	10% a $< 100 \text{ keV}$, 20% altrimenti
Standard di definizione	ISO 4037-1:2019
Rateo di dose minimo ⁵	20 $\mu\text{Sv/h}$ (2 mrem/h) o 20 $\mu\text{Gy/h}$ (2.3 mR/h), a $T < 30 \text{ }^\circ\text{C}$ (86 $^\circ\text{F}$)

Contatore (α , β , γ)

Tipo di rivelatore	Pancake Geiger-Müller	
Finestra	Mica, da 1,5 a 2 mg/cm^2	
Area sensibile	15,55 cm^2 , dietro la griglia in acciaio aperta al 79%	
Rilevata radiazione	$\alpha > 3,5 \text{ MeV}$ $\beta > 40 \text{ keV}$ Raggi γ e $X > 5 \text{ keV}$	
Intervallo	Da 0 cps a 20 kcps (da 0 cpm a 1,2 Mcpm)	
Risoluzione di rateo	0,1 cps (1 cpm) o 3 cifre	
Risoluzione del contatore	1 conteggio o 3 cifre	
Correzione del tempo morto	Automatica, linearità entro l'intervallo da -10% a $+30\%$	
Sfondo tipico a 0,1 $\mu\text{Sv/h}$	0,5 cps (30 cpm)	
Sensibilità gamma tipica, ^{137}Cs	6 cps / $\mu\text{Gy/h}$ (3000 cpm / mR/h)	
Tempo di risposta della frequenza	$\sim 2 \text{ s}$ per rilevare un incremento da 1 a 10 cps (da 60 a 600 cpm)	
Unità	cps cpm (1 cpm = 1/60 cps)	
Sensibilità di emissione $2\pi^6$	Radionuclide	Decadimento (E_{max})
	^{14}C	β^- (0,16 MeV)
	^{60}Co	β^- (0,32 MeV)
	^{36}Cl	β^- (0,71 MeV)
	^{90}Sr / ^{90}Y	β^- (0,55 / 2,28 MeV)
	^{239}Pu	α (5,16 MeV)
	^{241}Am	α (5,49 MeV)
		Efficienza tipica
		15%
		31%
		43%
		49%
		26%
		26%

NOTE

1. Lo strumento utilizza un pancake Geiger-Müller a frequenze ridotte e un gruppo di sensori a stato solido a frequenze più elevate. La frequenza alla quale i sensori a stato solido si attivano aumenta gradualmente con la temperatura, per temperature superiori a 30 °C (86 °F).
2. Limite a cui la risposta rientra in $\pm 20\%$ del tempo di risposta a radiazioni continue. A temperature superiori a 30 °C (86 °F), la capacità dello strumento di gestire frequenze di impulsi LINAC ridotte e impulsi a raggi X brevi diminuisce gradualmente con l'aumento della temperatura.
3. Si riferisce alla frequenza di ripetizione degli impulsi a microonde degli acceleratori lineari medicali tipici. Ciascun impulso ha una durata tipica di pochi μs .
4. Intervalli in cui lo strumento è conforme alla norma IEC 60846-1:2009.
5. A temperature superiori a 30 °C (86 °F), il rateo di dose minimo aumenta gradualmente con l'aumento della temperatura.
6. Misurata a 3 mm di distanza tra l'involucro dello strumento (senza coperchietto) e la sorgente di classe 2 su superficie estesa in base alla norma ISO 8769:2010.

Posizione dei sensori

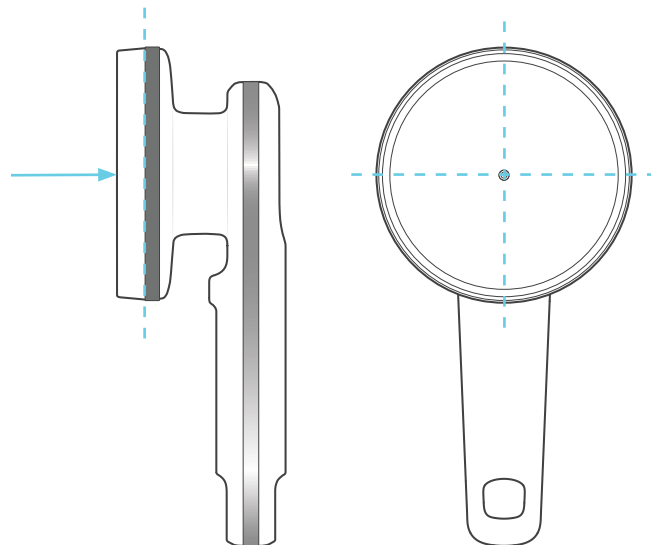
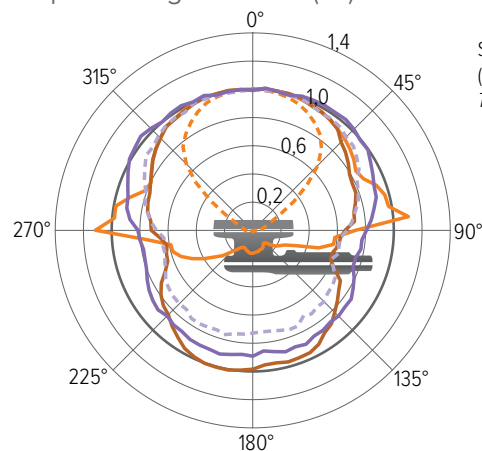
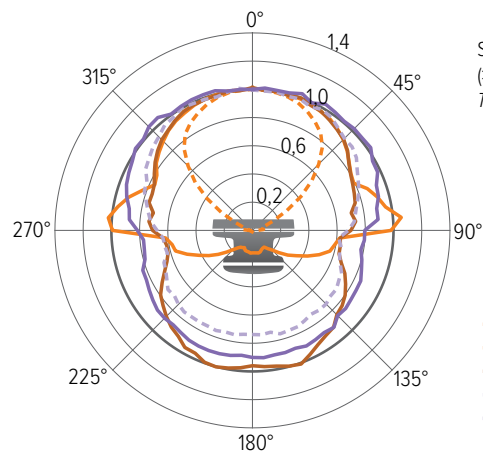


Figura 13. Direzione di riferimento dei sensori, piano di riferimento e punto di riferimento.

Risposta angolare - $H^*(10)$ 

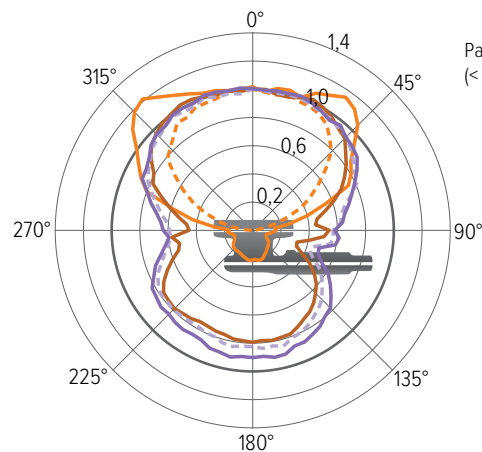
Sensori allo stato solido
($> 20 \mu\text{Sv/h}$ (2,3 mrem/h),
 $T < 30^\circ\text{C}$ (86 $^\circ\text{F}$))

--- 20 keV
— 65 keV
— 207 keV
--- 662 keV
— 1,25 MeV



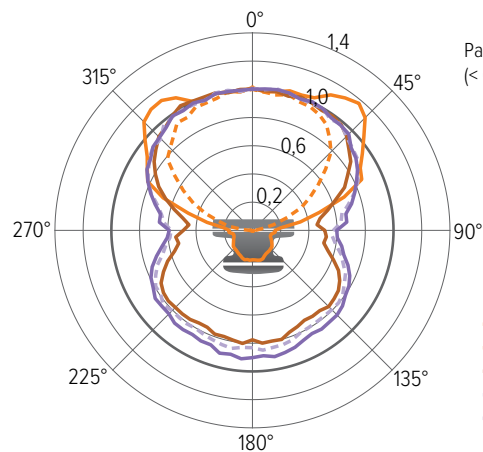
Sensori allo stato solido
($> 20 \mu\text{Sv/h}$ (2,3 mrem/h),
 $T < 30^\circ\text{C}$ (86 $^\circ\text{F}$))

--- 20 keV
— 65 keV
— 207 keV
--- 662 keV
— 1,25 MeV



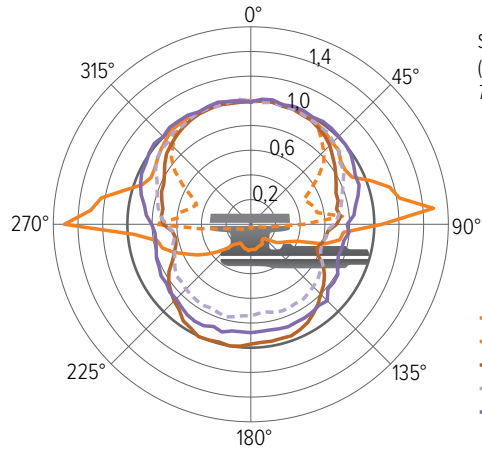
Pancake Geiger-Müller
($< 6 \mu\text{Sv/h}$ (0,7 mrem/h))

--- 20 keV
— 65 keV
— 207 keV
--- 662 keV
— 1,25 MeV



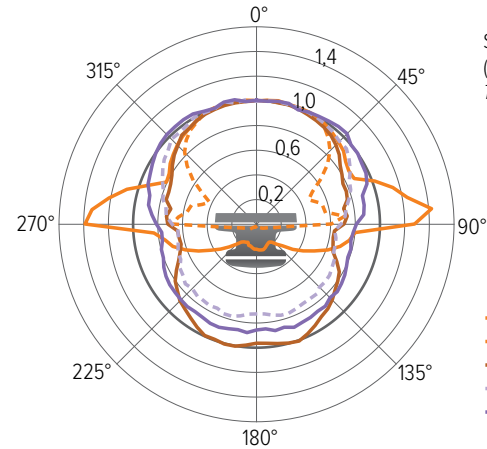
Pancake Geiger-Müller
($< 6 \mu\text{Sv/h}$ (0,7 mrem/h))

--- 20 keV
— 65 keV
— 207 keV
--- 662 keV
— 1,25 MeV

Risposta angolare - K_{air} 

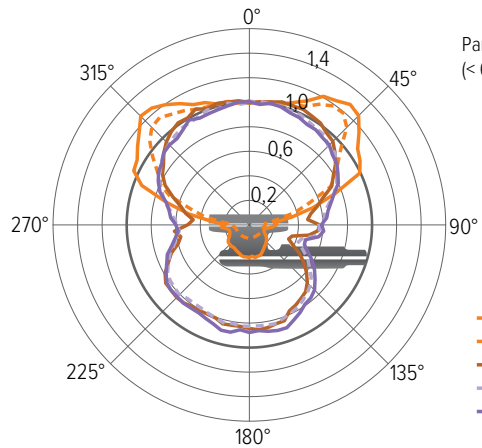
Sensori allo stato solido
($> 20 \mu\text{Gy/h}$ (2,3 mR/h),
 $T < 30^\circ\text{C}$ (86 $^\circ\text{F}$))

--- 33 keV
— 65 keV
— 207 keV
--- 662 keV
— 1,25 MeV



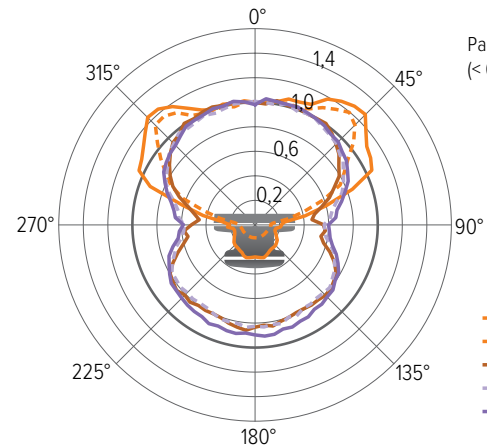
Sensori allo stato solido
($> 20 \mu\text{Gy/h}$ (2,3 mR/h),
 $T < 30^\circ\text{C}$ (86 $^\circ\text{F}$))

--- 33 keV
— 65 keV
— 207 keV
--- 662 keV
— 1,25 MeV



Pancake Geiger-Müller
($< 6 \mu\text{Gy/h}$ (0,7 mR/h))

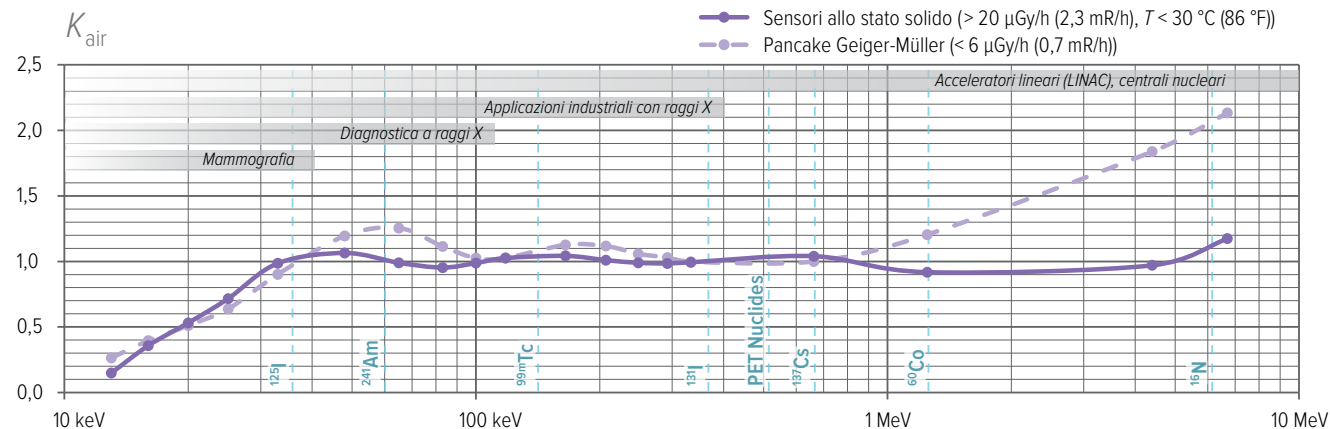
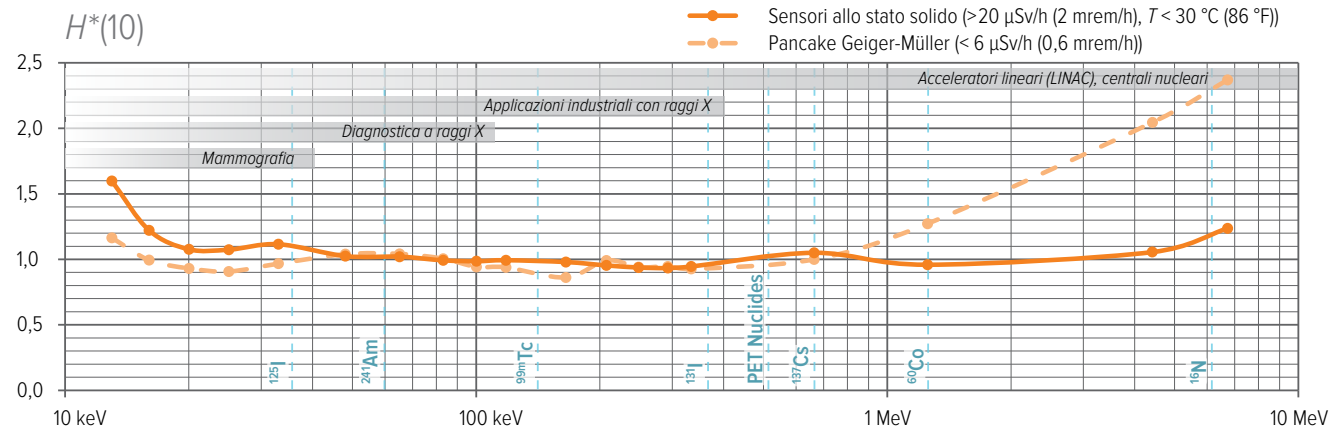
--- 33 keV
— 65 keV
— 207 keV
--- 662 keV
— 1,25 MeV



Pancake Geiger-Müller
($< 6 \mu\text{Gy/h}$ (0,7 mR/h))

--- 33 keV
— 65 keV
— 207 keV
--- 662 keV
— 1,25 MeV

Risposta energetica tipica



LICENZE SOFTWARE

Licenza FreeRTOS, consultare la pagina del prodotto RaySafe 452 su www.flukebiomedical.com.

GARANZIA

Fluke Biomedical garantisce questo strumento contro i difetti dei materiali e di lavorazione per un anno dalla data di acquisto originale, OPPURE due anni se alla fine del primo anno lo strumento viene inviato a un centro di assistenza Fluke Biomedical o RaySafe per la calibrazione. Per tale calibrazione verrà addebitato il costo all'utente. Durante il periodo di garanzia, ripareremo oppure - a nostra discrezione - sostituiremo, senza alcuna spesa per l'utente, un prodotto che si rivelasse difettoso, a condizione che l'utente restituisca tale prodotto, con spedizione prepagata, a Fluke Biomedical. Questa garanzia copre soltanto l'acquirente originale e non è trasferibile. La garanzia non si applica nei casi in cui il prodotto sia stato danneggiato in seguito a incidente o uso improprio, oppure sia stato sottoposto a manutenzione o modificato da persone o strutture diverse da un centro di assistenza autorizzato Fluke Biomedical. NESSUN'ALTRA GARANZIA, QUALE AD ESEMPIO QUELLA DI IDONEITÀ PER UNO SCOPO PARTICOLARE, È ESPRESSA O IMPLICITA. FLUKE DECLINA OGNI E QUALSIASI RESPONSABILITÀ PER DANNI O PERDITE SPECIALI, INDIRETTI, INCIDENTALI O CONSEGUENZIALI, INCLUSA LA PERDITA DI DATI, DERIVANTI DA QUALSIASI CAUSA O TEORIA.

Questa garanzia copre soltanto i prodotti con numero di serie e i loro accessori muniti di un numero di serie a parte. La ritaratura degli strumenti non è coperta dalla garanzia.

Questa garanzia conferisce diritti legali specifici all'utente, che potrebbe inoltre disporre di altri diritti che variano a seconda delle giurisdizioni. Poiché alcune giurisdizioni non permettono l'esclusione o la limitazione di una garanzia implicita o per danni incidentali o consequenziali, tale limitazione di responsabilità potrebbe non applicarsi all'utente. Se una qualsiasi disposizione della presente garanzia viene ritenuta non valida o inapplicabile da parte di un tribunale o di un altro organo in grado di prendere decisioni della giurisdizione competente, tale valutazione non pregiudica la validità o l'applicabilità di qualsiasi altra disposizione della garanzia.

CONTATTI PER LA MANUTENZIONE E L'ASSISTENZA

Per le informazioni sui servizi di manutenzione e assistenza, consultare la pagina del prodotto RaySafe 452 su www.flukebiomedical.com.

Prodotto da:
Fluke Biomedical
6920 Seaway Blvd.
Everett, WA
U.S.A.

取扱説明書 (JA)

RAYSAFE 452 について.....	104	収納.....	113
さあ、始めよう.....	105	サービス.....	113
動作および設定.....	106	エラーおよび記号.....	113
画面の概要.....	106	機器のエラー.....	113
測定値の保存.....	106	その他の表示記号.....	114
保存された測定値へのアクセス.....	106	ラベル上の記号.....	114
ふたと測定量.....	107	技術仕様.....	115
ボタンおよびメニュー.....	107	一般.....	115
ふたを使用する測定.....	109	放射線学.....	115
測定パラメータ.....	109	センサーの位置.....	117
断続的な放射線源.....	110	角度応答 – $H^*(10)$	118
ふたなしでの測定.....	110	角度応答 – $K_{\text{空気}}$	119
測定パラメータ.....	111	標準的なエネルギー応答.....	120
放射能の計算.....	112	ソフトウェアライセンス.....	121
RAYSAFE VIEW.....	112	保証.....	121
メンテナンス.....	113	サービスおよびサポート・コンタクト.....	121
バッテリーを充電してください.....	113		
クリーニング.....	113		

RAYSAFE 452 について

RaySafe 452 は、原子力の用途、産業的用途および医学的用途における室内および一時的な屋外の放射線レベルを監視、測定するために設計された手持ち式装置である。

- ⚠ 警告 RaySafe 452 は放射線防護装置を代替するものではありません。
- ⚠ 警告 RaySafe 452 は、個人用線量計または法定線量計の代替品ではありません。
- ⚠ 警告 RaySafe 452 は、爆発性雰囲気のある環境での使用は認められていません。
- ⚠ 警告 指定されたとおりにだけ、RaySafe 452 を使用してください。さもなければ、設計により与えられる保護が損なわれる可能性があります。
- ⚠ 警告 パルス X 線や直線粒子加速器 (LINAC) などの断続的な放射線源を測定する時は、特に注意してください。ページ110の"断続的な放射線源"を参照してください。

RaySafe 452 (機器) は異なるふたと共に、またはふたなしで使用され、線量、線量率、平均光子エネルギー、カウントおよびカウントレートを定量化します。

機器は2つの自動的に処理されるセンサーシステムで構成されています。

1. パンケーキ型ガイガーミュラー管は、低線量率で、ふたなしで、 $\alpha/\beta/\gamma$ (α , β , γ) カウンターとして使用されます。

2. 中～高線量率で使用される固体センサーの集まりです。

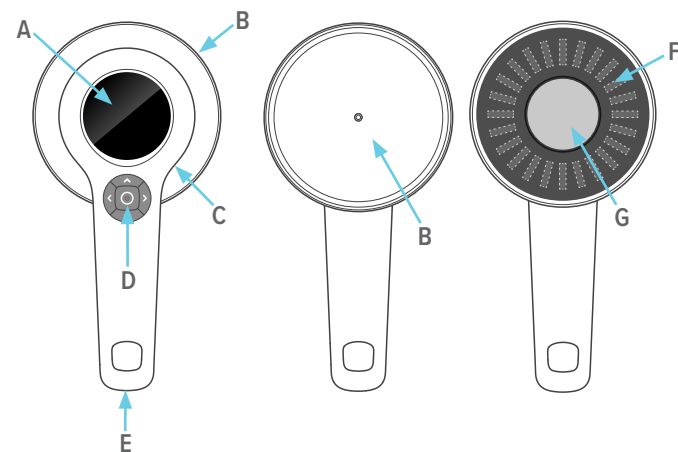


図1. 機器の概要 **A:** ディスプレー **B:** ふた **C:** 充電器用およびコンピュータ用の USB コネクタ **D:** ボタン (中央、左、右、上、下) **E:** 三脚ネジマウント **F:** 炭素繊維カバーの後ろの固体センサー **G:** 鋼製格子の後ろのパンケーキ型ガイガーミュラー管

注意 パンケーキ型ガイガーミュラー管 **G** のページ104の図1) の入射窓は非常に脆いので、触れてはいけません。パンケーキ型ガイガーミュラー管は機械的衝撃にも敏感です。

さあ、始めよう

中央ボタン (⏻) を長押し (約3秒間) して機器の電源をオンにします。

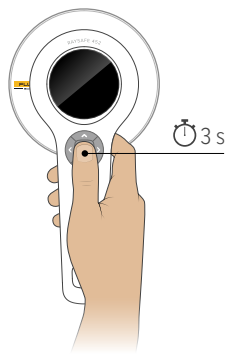


図2.電源オン

機器は約5秒後に測定を開始します。

機器は、センサーが放射線源を向くように配置します。機器は異なるセンサーシステムを切り替え、平均化時間を自動的に調整します。

測定量はふたによって変化します。ページ107の"ふたと測定量" を参照してください。



図3.センサーエリアが放射線源を向くように配置します。

中央ボタンを長押しして電源をオフにします。機器は、1秒の分解能でレート値のログを自動的に保存します。

動作および設定 画面の概要

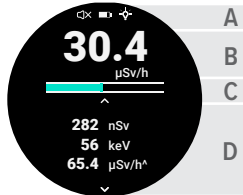


図4.画面の概要

- A. ステータスシンボル: 測定音、バッテリーおよびディスプレイのバックライト。
- B. 現在の線量率またはカウントレート。表示された量および単位は、ふたおよび設定によって変化します。詳細についてはページ107の表1を参照してください。
- C. レートバー。レートバーには、平均化を行わず、1秒間に4回更新される現在のレートが表示されます。スケールは対数で表され、指定されたレートの範囲をカバーします。
- D. 様々なコンテンツ: ユーザインタラクションおよび環境条件に基づいた現在の測定パラメータ、設定、保存された測定値、エラー画面または確認画面

測定値の保存

中央ボタンを短押して、測定値を手動で保存します。

測定値を保存すると、表示されているすべての測定値が保存およびリセットされます。

測定値も自動的に保存されます。

- ふたを取り付けまたは取り外す時。
- 機器の電源をオフにする時。
- エラー状態によって、現在行っている測定が中断された時。
- 24時間連続測定の後。

保存された測定値へのアクセス

すべての保存された測定値には、RaySafe Viewを実行しているコンピュータを使用してアクセスできます。ページ112の"RaySafe View"を参照してください。直近の測定結果は分解能1秒でレートのログが保存され、RaySafe Viewで波形が表示されます。

前回電源をオンにした時から保存されていた測定値は、機器のディスプレイでアクセスできます。保存された測定値を表示するためには、下向き矢印を押します。ページ106の図5を参照してください。左矢印ボタンと右矢印ボタンを使用して、保存された測定結果を切り替えます。

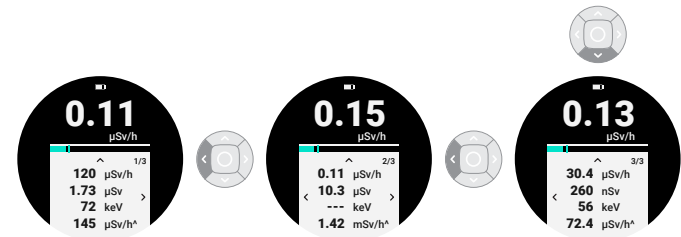


図5.保存された測定値にアクセスします。

10日間記録を取った後、または測定値が4000件保存された後、最も古い入力値は周期的に上書きされます。

ふたと測定量

モデルによって、機器には、異なるフィルタ構成をもつふたが付属します。

ふたにはバヨネット式マウントが備わっています。ふたの上の線を機器の上の線に合わせ、一緒に持って、ふたを回して締めます。

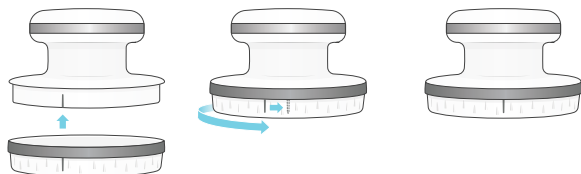


図6.ふたの取り付け

ふたの名称	放射線の量	単位
周辺	周辺線量当量、 H^* (10)	Sv, rem
空気カーマ	空気カーマ、 $K_{\text{空気}}$	Gy
	空気への吸収線量、 $D_{\text{空気}}$	Rad
	照射線量、 X	R
ふたなし	カウント (α, β, γ)	cps, cpm

表 1. ふたおよび測定される量

設定メニューで測定単位を変更します。ページ107の"ボタンおよびメニュー"を参照してください。

機器には、関連するふたが調整されており、必ず機器に同梱されているふたと一緒に使用しなければならない。校正の日付およびシリアル番号は、ふたのラベルに印刷されています。

注意 機器を水またはほごりにさらす前に、ゴムのシーリングが無傷できれいであること、ふたが正しく取り付けられていること、USB コネクタに何も接続されていないことを確認してください。

ボタンおよびメニュー



図7.中央ボタン

中央 ボタンを長押しすると、機器の電源がオンまたはオフになります。

機器に測定画面が表示された時、中央ボタンを短押しすると測定値が保存されます。他の全ての画面では、中央ボタンを短押しすると測定画面に戻ります。



図8.矢印ボタン

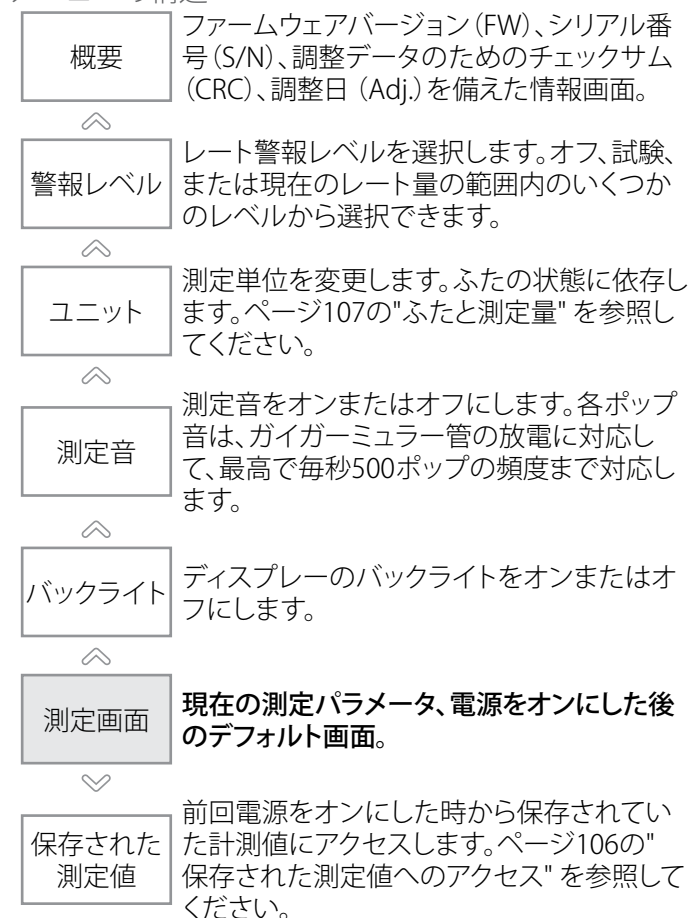
測定画面は、電源をオンにした後、デフォルト画面になっています。測定画面から上方へ押して、設定にアクセスします。選択可能な設定間を移動するために、画面に示されているとおり、左または右を押してください。設定はすぐに変更されます。測定画面に戻るために、中央ボタンを押してください。

保存されている測定値にアクセスするために、測定画面から押し下げてください。保存されている計測値は、右から左に日付順に保存されています。

2つのショートカットがあります。

- 左矢印ボタンを長押しすると、測定音が切り替わります（オン／オフ）。
- 右矢印ボタンを長押しすると、ディスプレイのバックライト（オン／オフ）が切り替わります。

メニューの構造



ふたを使用する測定

どちらのふたを使用するか (周辺線量当量または空気カーマ) を選択します。

1. ふたを取り付けます。
2. 機器はセンサー (ふたの平らな部分) を放射線源に向けて配置します。

機器は、連続的な放射線源、断続的な放射線源どちらに対しても、その2つのセンサーシステムをシームレスに扱って測定します。ページ110の"断続的な放射線源" を参照してください。

機器には零点調整機能がなく、測定は背景放射を含んでいます。

測定パラメータ

線量および線量率

線量は、現在の測定で蓄積された全ての線量です。

線量率は、数秒以下の応答時間で放射線の変化を検出するアルゴリズムを使用しますが、ページ109の表 2によれば、場合によっては、安定させるためにより多くの時間が必要になる場合があります。

線量率 ($\mu\text{Gy/h}$, $\mu\text{Sv/h}$)	線量率 (mrad/h , mR/h , mrem/h)	最大安定性までの時間
≤ 0.1	≤ 0.01	60 s
0.3	0.03	30 s
1	0.1	10 s
3	0.3	10 s
10	1	10 s
30	3	10 s
100	10	5 s
≥ 300	≥ 30	2 s

表 2. 線量率の安定化時間

注意 線量率の測定値は、固体センサー内のシンチレータ残光のために、高い放射線レベルの後、低い値で安定化させるために追加の時間が必要になる場合があります。

注意 機器は中性子に対しては高感度ではありません。これは、減速された $^{241}\text{Am-Be}$ 線源からの熱中性子を使用して試験されています。応答は、中性子周辺線量当量の5% 未満であることが確認されています。

ピーク線量率 (^)

ピーク線量率は、前回のリセット以降、最も高く表示された線量率の測定値です。線量率の定義を参照してください。

注意 この機器は、天の川からの高エネルギー粒子が地球の大気に衝突した時生成されるミュオンを検出します。ミュオンは固体センサー (ふた付きで測定する時) と相互作用し、背景放射の約100倍の線量率と

なる短い(1-2 s)パルスを生成します。海拔ゼロ地点では、機器は通常1日あたり数ミューオンを検出しますが、より高い高度では、例えば飛行機で旅行する時、数値は1日当たり数百まで増加します。

平均光子エネルギー

平均光子エネルギーは、最大10秒の移動平均を使用します。線量率の変化が検出された時はいつでも、平均化時間が短縮されます。

断続的な放射線源

線量は、速いデッドタイム補正およびセンサーアルゴリズムによって短いパルス長に対しても正確に測定されます。ページ110の図9を参照してください。

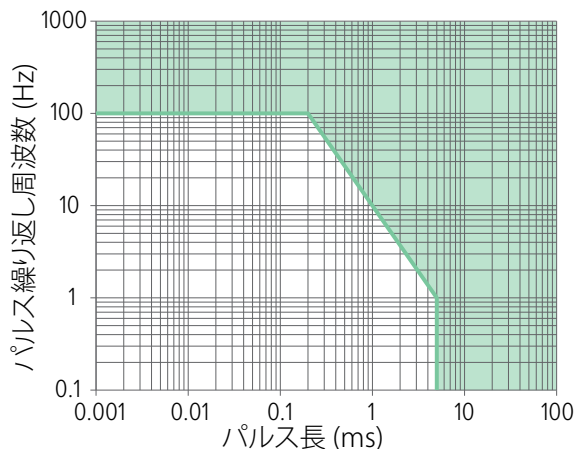


図9.30℃(86°F)までの温度での断続的な放射線に対する性能
色の領域:連続放射線に対する応答が± 20% 以内

線量率は1秒以上かけて平均化され、毎秒1回更新されます。したがって、この機器は、パルスレートを確実に測定するためには、放射線パルスが少なくとも2秒間必要です。測定された線量と既知のパルス長を使用して、より短いパルスレートを手動で計算することが可能です。

連続的に繰り返しパルスを測定する時(例えばパルス透視または直線粒子加速器(LINAC)から)、機器は平均線量率を測定します。デューティ比がわかっている場合は、パルスの放射線量率の計算に対する補正に使用できます。

注意 30℃(86°F)以上の温度では、断続的な放射線源からの放射を扱う機器の能力は、温度の上昇とともに徐々に低下します。

ふたなしでの測定

例えば、ふたなしで、汚染された可能性のある表面で測定する時:

1. ふたを外します。例えば、ふたなしで測定する時、アクティブセンサーはパンケーキ型ガイガーミュラー管で、ページ104の図1に**G**。
2. 測定音をオンにします。
助言:測定音 左矢印ボタンを長押しすると、測定音のオン/オフが切り替わります。
3. 機器を表面に近づけますが、接触させないようにします。
4. 表面を約1cm/s (1/2インチ/秒)でゆっくりとスキャンしてください。

機器は、 α 、 β 、 γ の放射によって引き起こされるパンケーキ型ガイガーミュラー管内の放電雪崩をカウントします。それぞれの放電後、パンケーキ型ガイガーミュラー管は、再充電するのに数十マイクロ秒かかり、デッドタイムと呼ばれます。機器は、デッドタイムの影響を、ミリ秒毎で自動的に補正します。

機器には零点調整機能がなく、測定は背景放射を含んでいます。

測定パラメータ

カウント

カウントは、現在の測定での全ての放電イベントの合計で、ミリ秒毎にデッドタイムが修正されます。

カウントレート

カウントレートは、数秒以下の応答時間で放射線の変化を検出するアルゴリズムを使用しますが、場合によっては安定させるためにより多くの時間が必要になるかもしれません。ページ111の表 3を参照してください。

機器は信頼できるレート計測のために放射線のレベルが少なくとも2秒間安定である必要があるため、カウントレートは1秒あるいはそれ以上の時間平均化され、毎秒更新されます。

レート (cps)	レート (cpm)	最大安定性までの 時間
≤ 0.5	≤ 30	60 s
1.5	90	33 s
5	300	10 s
15	900	10 s
50	3 k	10 s
150	9 k	7 s
500	30 k	4 s
≥ 1500	≥ 90 k	2 s

表 3. カウントレートの安定化時間

ピークカウントレート (^)

ピークカウントレートは、前回のリセット以降、最も高く表示されたカウントレートです。カウントレートの定義を参照してください。

放射能の計算

検出された核種のおおよその放射能は、カウントレートから計算できます。ページ112の表 4を参照してください。リストに載っていない核種については、崩壊様式と粒子エネルギーを使用して補間します。

放射性核種	崩壊 ($E_{\max}$, MeV)	標準的な放射能 /カウントレート (Bq/cps), (dpm/cpm)
^{14}C	β^- (0.16)	17
^{60}Co	β^- (0.32)	6
^{36}Cl	β^- (0.71)	4
$^{90}\text{Sr} / ^{90}\text{Y}$	β^- (0.55 / 2.28)	3
^{239}Pu	α (5.16)	8
^{241}Am	α (5.49)	8

表 4. カウントレートから放射能への換算係数

ページ112の表 4 は、機器ハウジング(ふたなし)と放射性核種の薄層 (ISO 8769:2010に準拠した広域クラス2の線源)を有するAlプレートとの間に3 mmの間隔がある測定値に基づいています。他の測定条件(例えばサンプルの厚さ、サイズ、純度などの異なる物理的性質)の下で、これらの換算係数は放射能を低く見積もる可能性があります。

例: 機器は、粒子を含有するアメリシウム-241 から短い距離で、背景の上に20 cps (1200 cpm)を読み取ります。粒子の放射能は、少なくとも $20 \text{ cps} \times 8 \text{ Bq/cps} = 160 \text{ Bq}$ ($1200 \text{ cpm} \times 8 \text{ dpm/cpm} = 9600 \text{ dpm}$)です。

RAYSAFE VIEW



図10. 機器をRaySafe Viewに接続してください。

機器に付属の USB ケーブルを使用して、RaySafe Viewを実行しているコンピュータに接続してください。

RaySafe Viewは以下の機能を含みます:

- 測定値のリアルタイム表示。
- 機器の遠隔操作(設定の変更、測定値の保存)。
- 機器に保存されている測定値のインポート。
- 保存された波形のレートのログのデータ分析。
- コンピュータでの測定値保存。
- Microsoft Excelおよびcsvファイルへのデータのエクスポート。

www.flukebiomedical.com からRaySafe Viewへのダウンロード。

メンテナンス

バッテリーを充電してください

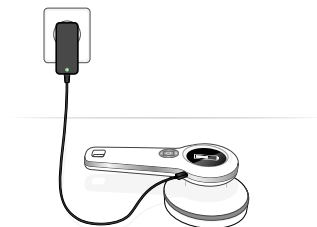


図11.USB充電器を接続してください。

バッテリーを充電するには、屋内用コンセントに付属の充電器を取り付け、測定器のUSBコネクタを接続します。USBモバイルバッテリーで充電することも、コンピュータのUSBポートに接続して充電することもできますが、付属の充電器を使用するとより速く充電できます(空からフル充電まで約3時間、付属充電器以外は12時間)。

注意 電池マークが赤くなっている時に機器を使用した場合、機器はいつでも自動的に電源が切れる場合があります。

⚠ 警報 ケーブルを接続する前に、機器のUSBコネクタがきれい乾燥していることを確認してください。

クリーニング

湿った布と中性洗剤を使用して、ふたをして機器をきれいにします。

機器はふたを外すと耐水ではありません。ふたを外して機器が汚れている場合には、汚れている部分を布で軽く拭き、ふたを取り付ける前に機器とふたが乾燥していることを確認してください。

収納

電源をオフにして、ふたを取り付けた状態で機器を収納してください。

サービス

メーカーにサービスについてお問い合わせください。ページ121の"サービスおよびサポート・コンタクト"を参照してください。

注意 RaySafe 452 には、ユーザーが修理可能な部品はありません。

エラーおよび記号

機器のエラー

セルフテストは起動時に実行され、操作中は継続的に実行されます。

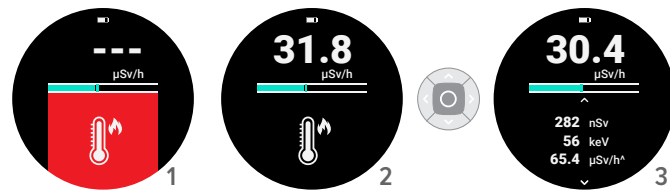


図12.1:エラー画面。2:確認画面。3:測定画面。

エラーが発生した場合、測定画面は赤色の背景 (1 の ページ113の図12)のエラー記号によってブロックされ、機器は15秒毎にビーブ音を発します。画面が赤の時は、機器は測定しません。

エラー状態が終了すると、エラー記号が黒色の背景 (2 の ページ113の図12)に残っている状態のまま、機器は自動的に新しい測定を開始します。中央ボタンを押して記号を確認し、進行中の測定値 (3 の ページ113の図12)を見てください。

エラー記号	タイプ	動作
	機器のエラー (#2, #3, #4, #6, #7, #8)	機器を再起動してください。エラーが続く場合は、サポートにお問い合わせください。ページ121の"サービスおよびサポート・コンタクト"を参照してください。
	線量率が高すぎます	線量率は仕様範囲外です。レートを下げするために、放射線源までの距離を長くしてください。
	機器が冷えすぎています	機器を -20°C (-4°F) 以上に温めてください。
	機器が熱すぎます	器械を 50 °C (122 °F) 以下に冷却してください。
	検出されなかったふたのタイプを修正してください	機器に付属のふたを取り付け、および/または、ふたが正しく取り付けられていることを確認してください。一部の機器モデルでは、測定時にふたが必要です。

その他の表示記号

記号	タイプ	意味
	新しい測定が始まりました	24時間連続測定した後、機器は自動的に測定値を保存して、新しい測定を開始します。中央ボタンを押して測定画面に戻って、これを確認してください。
	破損した測定	この保存された測定値は破損しているため、表示できません。

ラベル上の記号

適用される製品記号のリスト一覧については、下記リンクをご確認ください:

www.flukebiomedical.com/resource/certification-sheets.

記号	意味
	警報 – 危険のリスク。ユーザーマニュアルをご覧ください。
	メーカー
	商品番号
	シリアル番号
	本製品は WEEE 指令のマーキング要求に準拠しています。貼付ラベルは、この電気電子製品を一般家庭廃棄物として廃棄してはならないことを示しています。製品カテゴリ: WEEE 指令の付属書1に示される機器に準拠して、この製品はカテゴリ9の「監視および制御装置」の製品として分類されます。この製品を分別していない一般廃棄物として廃棄しないでください。
	中国RoHSの規制物質は、許可されたレベルを超えて存在していません。

技術仕様

一般

安全基準	IEC 61010-1:2010、汚染度2に準拠しています
放射線メーター標準	アラーム音の音圧と、IEC61326-1:2012に準拠しているEMCを除き、IEC60846-1:2009に準拠しています。
寸法	250 x 127 x 83 mm (9.8 x 5.0 x 3.3 インチ)
重量	0.8 kg (1.7 ポンド)
ディスプレイ	240 x 400 ピクセルカラー LCD、日光下でも読みやすい、バックライト付き
レート警報	65 dB(A) at 30 cm (12 インチ)
動作温度	-20 – +50 °C (-4 – +122 °F)
保管温度	-30 – +70 °C (-22 – +158 °F)
バッテリー充電の温度	+10 – +40 °C (+50 – +104 °F)
気圧	70~107kPa、高度3000 m (10000ft)まで
IPコード	IEC60529:1989–2013によるIP64 (防塵および防水)、ふた付きで、無傷のシールがあり、USB コネクタに何も接続していないもの
湿度、ふたなし	< 90% 相対湿度、結露しない
バッテリー寿命	最大100h
バッテリー	充電式リチウムイオン18650 (< 3600 mAh、3.6 V) 内蔵
コネクタ	USB マイクロ (5 V DC、1.3 A)、通信および充電用
取り付け	ハンドルの標準1/4 "三脚ネジ
データストレージ	4000件の保存された測定値および10日間における、1 秒の分解能での線量率ログ
ソフトウェア	RaySafe View (遠隔制御、分析、データエクスポート用)

放射線学

周辺線量当量、 $H^*(10)$

範囲	0 μ Sv/h – 1 Sv/h (0 μ rem/h – 100 rem/h)	
レート分解能	0.01 μ Sv/h (1 μ rem/h) または3桁	
線量分解能	0.1 nSv (0.01 μ rem) または3桁	
放射線検出	γ およびX線 > 10 keV	
直線性、 ^{137}Cs	$\pm 10\%$ (背景放射減算後)	
エネルギー範囲	16 keV ~ 7 MeV	
エネルギー応答 ¹	> 20 μ Sv/h (2 mrem/h) および $T < 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ (86 $^{\circ}\text{F}$)	$\pm 25\%$, 16 – 20 keV $\pm 15\%$, 20 keV – 5 MeV $\pm 25\%$, 5 – 7 MeV
	そうでなければ	$\pm 25\%$, 16 – 20 keV $\pm 20\%$, 20 keV – 1 MeV -25% – +150%, 1 – 7 MeV
最小X 線パルス長 ²	$T < 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ (86 $^{\circ}\text{F}$) で5ミリ秒	
最小直線粒子加速器 (LINAC) 周波数 ^{2,3}	$T < 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ (86 $^{\circ}\text{F}$) で100Hz	
レート応答時間	~ 2s 0.2 から2 μ Sv/h までのステップを検出するため (20 ~ 200 μ rem/h)	
IEC 60846-1 エネルギー範囲 ⁴	20 keV – 2 MeV、 入射角 $\pm 45^{\circ}$	
IEC 60846-1 線量率の範囲 ⁴	1 μ Sv/h – 1 Sv/h (100 μ rem/h – 100 rem/h)	
IEC 60846-1 線量の範囲 ⁴	1 μ Sv – 24 Sv (100 μ rem – 2.4 krem)、 変動係数 < 3%	
単位	Sv rem (1 rem = 1/100 Sv)	

空気カーマ、 $K_{\text{空気}}$

範囲	0 $\mu\text{Gy/h}$ – 1 Gy/h (0 $\mu\text{R/h}$ – 114 R/h)	
レート分解能	0.01 $\mu\text{Gy/h}$ (1 $\mu\text{R/h}$) または3桁	
線量分解能	0.1 nGy , (0.01 μR) または3桁	
放射線検出	γ およびX線 > 10 keV	
直線性、 ^{137}Cs	$\pm 10\%$ (背景放射減算後)	
エネルギー範囲	30 keV – 7 MeV	
エネルギー応答 ¹	> 20 $\mu\text{Gy/h}$ (2.3 mR/h) およ び $T < 30^\circ\text{C}$ (86 $^\circ\text{F}$)	$\pm 15\%$, 30 keV – 5 MeV $\pm 25\%$, 5 – 7 MeV
	そうでなければ	$\pm 30\%$, 30 keV – 1 MeV –25% – +120%, 1 – 7 MeV
最小X線パルス長 ²	5 ms at $T < 30^\circ\text{C}$ (86 $^\circ\text{F}$)	
最小直線粒子加速器 (LINAC) 周波数 ^{2,3}	100 Hz at $T < 30^\circ\text{C}$ (86 $^\circ\text{F}$)	
レート応答時間	$\sim 2\text{s}$ 0.2 から2 $\mu\text{Gy/h}$ までのステップを検出 するため (23 ~ 230 $\mu\text{R/h}$)	
単位	Gy rad (1 rad = 1/100 Gy) R (1 R = 1/114.1 Gy)	

平均光子エネルギー、 $\bar{E}$

範囲	20 keV – 600 keV
不確かさ	< 100 keVで10%、さもなければ20%
標準の定義	ISO 4037-1:2019
最小線量率 ⁵	20 $\mu\text{Sv/h}$ (2 mrem/h) または20 $\mu\text{Gy/h}$ (2.3 mR/h)、 $T < 30^\circ\text{C}$ (86 $^\circ\text{F}$)で

カウンタ (α , β , γ)

検出器タイプ	バンケーキ型ガイガーミュラー管		
ウィンドウ	雲母、1.5 – 2 mg/cm^2		
敏感な検出領域	15.55 cm^2 、背面 79% オープンスチールグリッド		
放射線検出	$\alpha > 3.5$ MeV $\beta > 40$ keV γ およびX線 > 5 keV		
範囲	0 cps – 20 kcps (0 cpm – 1.2 Mcpm)		
レート分解能	0.1 cps (1 cpm) または3桁		
カウンタ分解能	1カウントまたは3桁		
デッドタイム補正	自動、直線性–10%～+30%以内		
0.1 $\mu\text{Sv/h}$ での標準的な背景	0.5 cps (30 cpm)		
標準的なガンマ感度、 ^{137}Cs	6 cps / $\mu\text{Gy/h}$ (3000 cpm / mR/h)		
レート応答時間	$\sim 2\text{s}$ 1から10cpsまでのステップを検出する ため (60 ~ 600 cpm)		
単位	cps cpm (1 cpm = 1/60 cps)		
2 π 放出感度 ⁶	放射性核種	崩壊 (E_{max})	標準的な 効率
	^{14}C	β^- (0.16 MeV)	15 %
	^{60}Co	β^- (0.32 MeV)	31 %
	^{36}Cl	β^- (0.71 MeV)	43 %
	^{90}Sr / ^{90}Y	β^- (0.55 / 2.28 MeV)	49 %
	^{239}Pu	α (5.16 MeV)	26 %
	^{241}Am	α (5.49 MeV)	26 %

脚注

1. この測定器は、線量率が低いときはパンケーキ型ガイガーミューラー管を、線量率が高いときは固体センサー集合体を使用します。温度が30 °C (86 °F) を超えると、固体センサーが作動を開始する線量率が温度とともに徐々に高くなります。
2. 応答が連続放射での応答の± 20% 以内である場合に制限します。30 °C (86 °F) 以上では、低リニアックパルスレートと短いX線パルスを扱う機器の能力は、温度の上昇とともに徐々に低下します。
3. 標準的な医療用直線加速器のマイクロパルス繰り返し周波数を参照してください。各パルスには、数 μ s の標準的な持続時間があります。
4. 機器が IEC 60846-1:2009 を満たす範囲。
5. 30 °C (86 °F) 以上では、最小線量率は温度の上昇とともに徐々に増加します。
6. 機器ハウジング（ふたなし）とISO 8769:2010 に準拠した広域クラス2の線源との間を3mmの間隔で測定しました。

センサーの位置

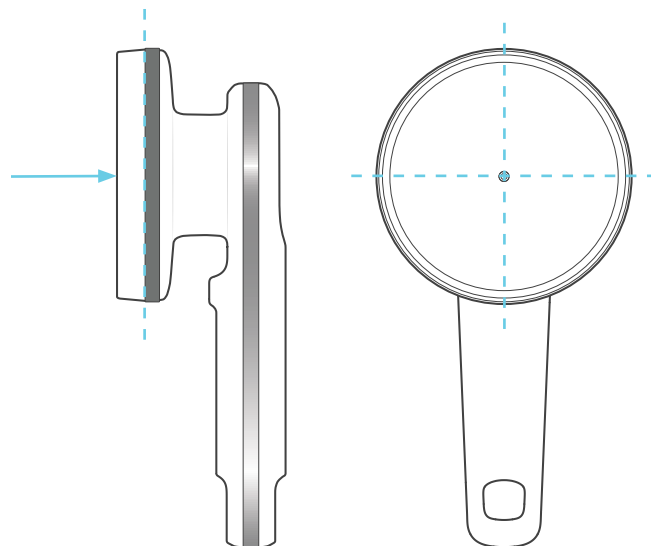
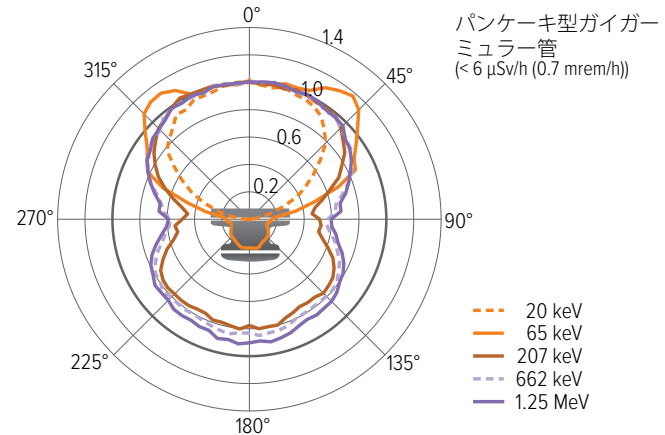
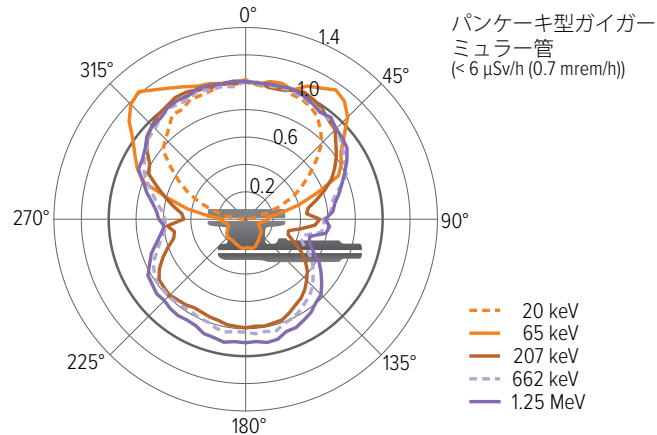
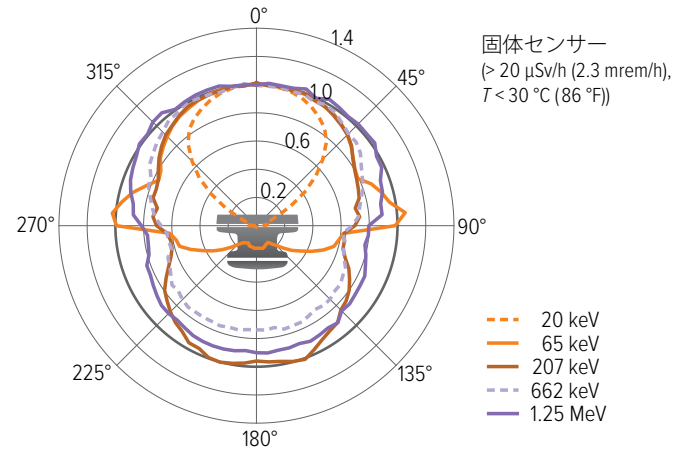
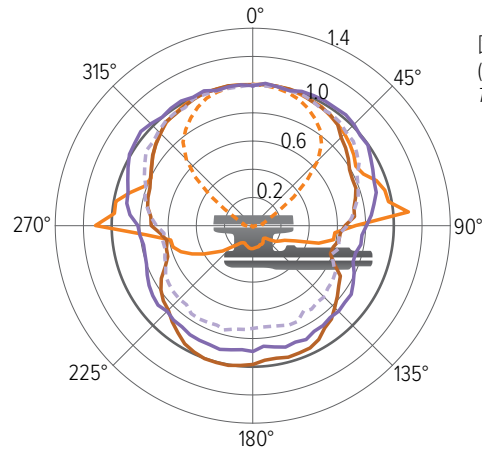
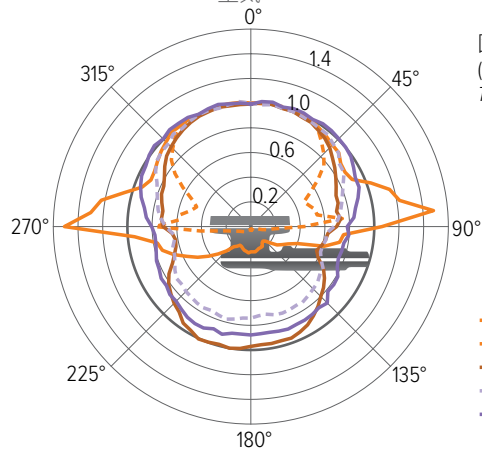


図13. センサーの基準方向、基準平面および基準点。

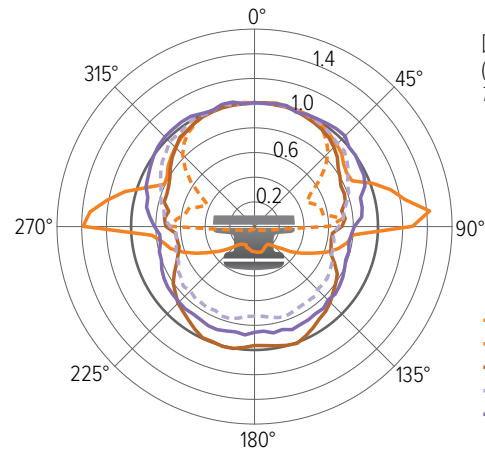
角度応答 – $H^*(10)$ 

角度応答 – $K_{\text{空気}}$



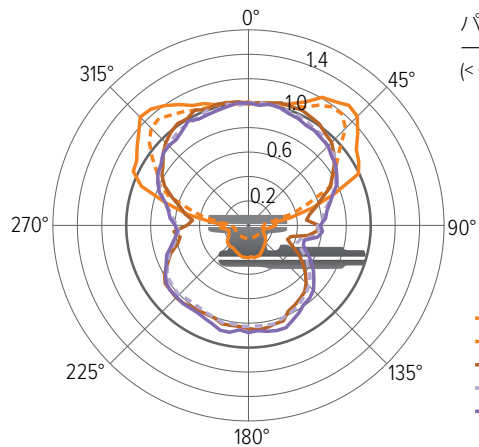
固体センサー
($> 20 \mu\text{Gy/h}$ (2.3 mR/h),
 $T < 30^\circ\text{C}$ (86 $^\circ\text{F}$))

--- 33 keV
— 65 keV
— 207 keV
--- 662 keV
— 1.25 MeV



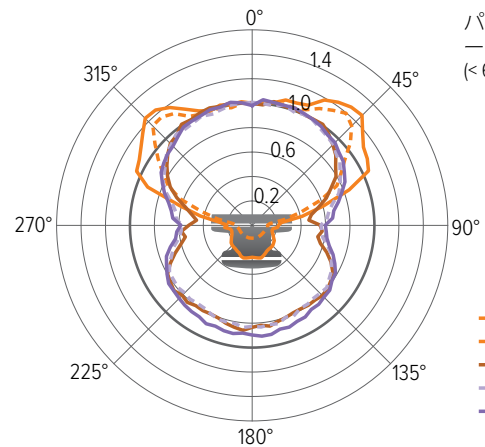
固体センサー
($> 20 \mu\text{Gy/h}$ (2.3 mR/h),
 $T < 30^\circ\text{C}$ (86 $^\circ\text{F}$))

--- 33 keV
— 65 keV
— 207 keV
--- 662 keV
— 1.25 MeV



パンケーキ型ガイガー
ミュラー管
($< 6 \mu\text{Gy/h}$ (0.7 mR/h))

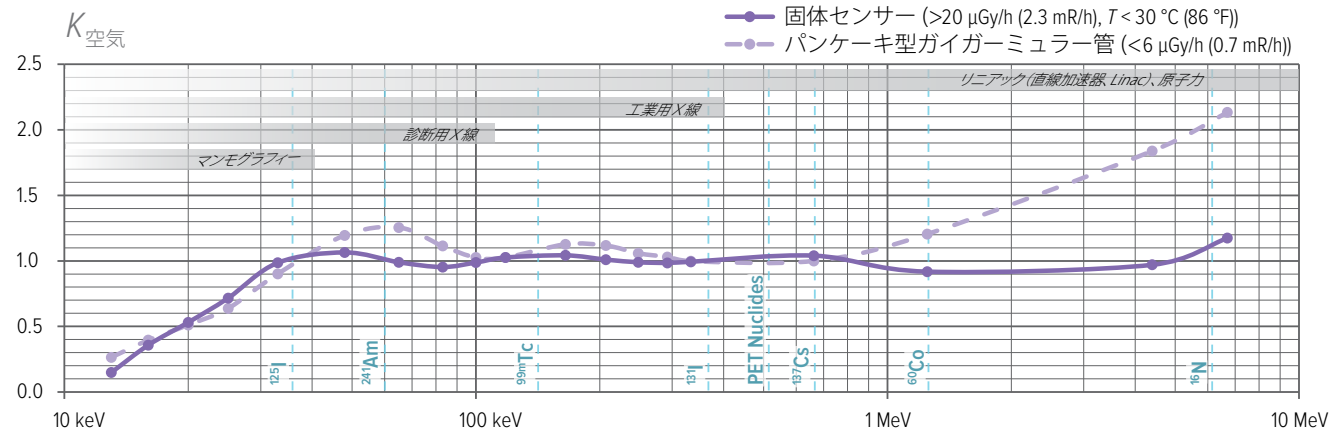
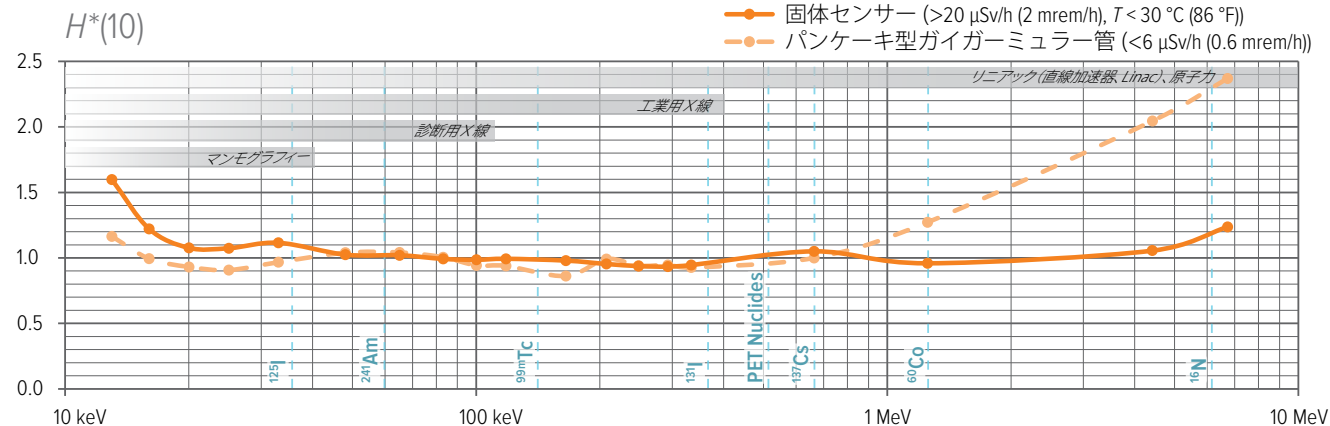
--- 33 keV
— 65 keV
— 207 keV
--- 662 keV
— 1.25 MeV



パンケーキ型ガイガー
ミュラー管
($< 6 \mu\text{Gy/h}$ (0.7 mR/h))

--- 33 keV
— 65 keV
— 207 keV
--- 662 keV
— 1.25 MeV

標準的なエネルギー応答



ソフトウェアライセンス

FreeRTOSライセンスについては、RaySafe 452の製品ページ (www.flukebiomedical.com) をご参照ください。

保証

Fluke Biomedical社は、最初の購入日から1年間材料および加工の欠陥についてこの機器を保証し、または1年目の終わりに、校正のためにFluke Biomedical社またはRaySafeサービスセンターに機器を送付する場合には、2年間保証します。そのような校正には、通常の料金が請求されます。当社は、保証期間中不良品であることが証明された製品について、お客様が製品をFluke Biomedical社へ元払いで返品された場合には、無償で修理するか、または当社の選択で交換させていただきます。この保証は、最初の購入者のみが対象であり、譲渡可能ではありません。製品が事故または誤用によって損傷を受けた場合、または認定されたFluke Biomedicalサービス施設以外の者からのサービスまたは修正を受けた場合、この保証は適用されません。特定の目的への適合性などその他の保証は、明示的または黙示的に示されません。FLUKE社は、何らかの原因または理論から生じたデータの損失を含む、特別な、間接的な、偶発的または必然的な損害または損失について、一切責任を負いません。

この保証は、固有のシリアル番号タグが付いている製品とその付属品のみを対象にしています。機器の再校正は保証対象外です。

この保証はお客様に特定の法的権利を付与するものではありませんが、管轄区域によってはその他の権利が与えられる場合もあります。一部の法域では、黙示的な保証、または偶発

的若しくは必然的な損害の除外または制限が認められていないため、この責任制限はお客様に適用されない場合があります。本保証のいずれかの条項が、管轄の裁判所またはその他の意思決定者によって無効または法的強制力がないとみなされた場合においても、そのような保有が他の条項の有効性または執行可能性に影響を及ぼすことはありません。

サービスおよびサポート・コンタクト

サービスおよびサポートの詳細については、RaySafe 452の製品ページ (www.flukebiomedical.com) をご参照ください。

製造元:

Fluke Biomedical社
6920 Seaway Blvd.
Everett, WA
U.S.A.

Manual do usuário (PT_BR)

SOBRE O RAYSAFE 452	124	Armazenamento	133
INTRODUÇÃO	125	Assistência	133
AÇÕES E CONFIGURAÇÕES	126	ERROS E SÍMBOLOS	133
Visão geral da tela	126	Erros do instrumento	133
Armazenar medições	126	Outros símbolos de exibição	134
Acessar medições armazenadas	126	Símbolos em etiquetas	134
Tampas e quantidades	127	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	135
Botões e menus	127	Geral	135
MEDIÇÃO COM TAMPA	129	Radiologia	135
Parâmetros de medição	129	Posição do sensor	137
Fontes de radiação intermitentes	130	Resposta angular – $H^*(10)$	138
MEDIÇÃO SEM TAMPA	130	Resposta angular – K_{ar}	139
Parâmetros de medição	131	Resposta energética típica	140
Cálculo de atividade	132	LICENÇAS DE SOFTWARE	141
RAYSAFE VIEW	132	GARANTIA	141
MANUTENÇÃO	133	CONTATOS DE SERVIÇO E SUPORTE	141
Carregue a bateria	133		
Limpeza	133		

SOBRE O RAYSAFE 452

O RaySafe 452 consiste em um dispositivo portátil projetado para monitorar e medir os níveis de radiação em áreas internas e temporariamente em áreas externas, em aplicações nucleares, industriais e médicas.

- ⚠️ AVISO** *O RaySafe 452 não substitui outros equipamentos de proteção contra radiações.*
- ⚠️ AVISO** *O RaySafe 452 não é um substituto para dosímetros pessoais ou legais.*
- ⚠️ AVISO** *O RaySafe 452 não é aprovado para uso em ambientes com atmosfera explosiva.*
- ⚠️ AVISO** *Use o RaySafe 452 somente conforme especificado, caso contrário a proteção fornecida no projeto pode ser comprometida.*
- ⚠️ AVISO** *Tome especial cuidado ao realizar medições em fontes de radiação intermitentes, tais como raio-X pulsado ou aceleradores lineares de partículas (LINACs). Consulte "Fontes de radiação intermitentes" na página 130.*

O RaySafe 452 (o instrumento) é usado com tampas diferentes, ou sem tampa, para quantificar a dose, a taxa de dose, a energia média dos fótons, a contagem e a taxa de contagem.

O instrumento consiste em dois sistemas de sensor automaticamente manipulados:

1. Um detector Geiger-Müller do tipo panqueca, usado em baixas doses e, sem tampa, como um contador $\alpha/\beta/\gamma$ (alfa, beta, gama).
2. Um conjunto de sensores de estado sólido, usado em doses médias a altas.

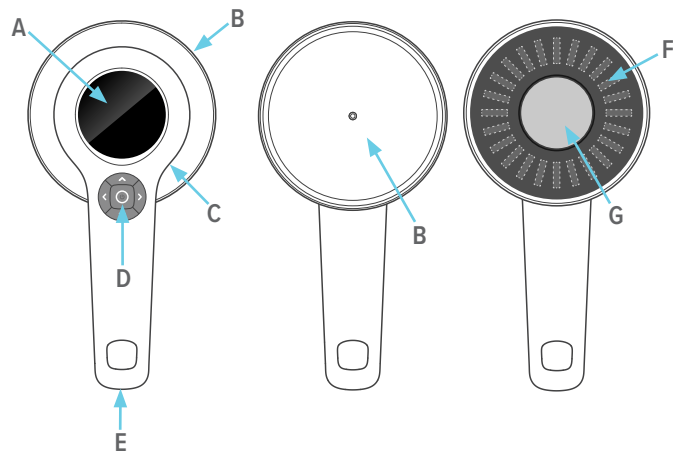


Figura 1. Visão geral do instrumento. **A:** Exibir. **B:** Tampa. **C:** Conector USB para carregador e computador. **D:** Botões (centro, esquerda, direita, cima, baixo). **E:** Montagem do parafuso do tripé. **F:** Sensores de estado sólido atrás da cobertura de fibra de carbono. **G:** Detector Geiger-Müller do tipo panqueca atrás da grade de aço.

NOTA *A janela de entrada do detector Geiger-Müller do tipo panqueca (**G** em Figura 1 na página 124) é extremamente frágil e nunca deve ser tocada. O detector Geiger-Müller do tipo panqueca também é sensível a choque mecânico.*

INTRODUÇÃO

Ligue o instrumento com um toque longo (aproximadamente 3 segundos) no botão central (⏻).

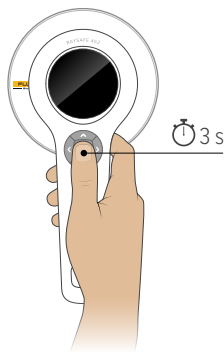


Figura 2. Ligue-o.

O instrumento iniciará a medição após cerca de 5 segundos. Posicione o instrumento com os sensores em direção à fonte de radiação. O instrumento comutará entre seus sistemas de sensor diferentes e adaptará seus tempos médios automaticamente. As quantidades de medição mudam com a tampa. Consulte "Tampas e quantidades" na página 127.



Figura 3. Posicione com a área do sensor voltada para a fonte de radiação.

Desligue com um toque longo no botão central. O instrumento armazena automaticamente um registro de valores de taxa com resolução de 1 segundo.

AÇÕES E CONFIGURAÇÕES

Visão geral da tela

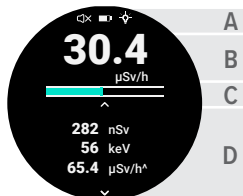


Figura 4. Visão geral da tela.

- A. Símbolos de status: som de medição, bateria e retroiluminação da tela.
- B. Taxa de dose atual ou taxa de contagem. A quantidade e a unidade exibidas mudam com a tampa e as configurações. Consulte Tabela 1 na página 127 para obter mais informações.
- C. Barra da taxa. A barra da taxa exibe a taxa atual, sem calcular a média, atualizada 4 vezes por segundo. A escala é logarítmica e abrange o intervalo de taxa especificado.
- D. Conteúdo variável: parâmetros de medição atuais, configurações, medição armazenada, tela de erro ou tela de confirmação, dependendo da interação do usuário e condições ambientais.

Armazenar medições

Armazene manualmente uma medição com um toque curto no botão central.

O armazenamento de uma medição salva e redefine todas as leituras exibidas.

Uma medida também será armazenada automaticamente:

- Ao instalar ou remover uma tampa.
- Quando o aparelho é desligado.
- Quando um estado de erro interrompe a medição em andamento.
- Após 24 horas de medição contínua.

Acessar medições armazenadas

Todas as medições armazenadas podem ser acessadas por meio de um computador que executa o RaySafe View. Consulte "RaySafe View" na página 132. As medições recentes contêm um registro de taxa com resolução de 1 segundo, exibido no RaySafe View como uma forma de onda.

As medições armazenadas desde a última inicialização podem ser acessadas no visor do instrumento. Pressione a seta para baixo para visualizar as medições armazenadas. Consulte Figura 5 na página 126. Percorra as medições por meio dos botões de seta para a esquerda e direita.

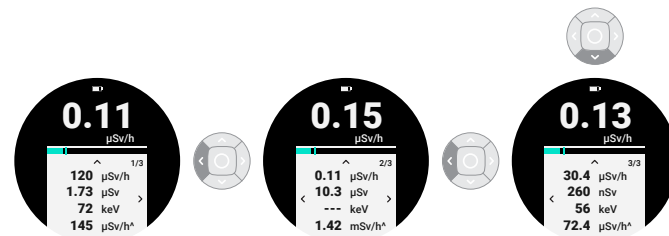


Figura 5. Acesse as medições armazenadas.

Após 10 dias de registro, ou 4000 medições armazenadas, as entradas mais antigas serão substituídas ciclicamente.

Tampas e quantidades

Dependendo do modelo, o instrumento é equipado com diferentes conjuntos de tampas contendo diferentes composições de filtro.

As tampas contêm suportes de baioneta. Alinhe a linha na tampa com a linha do instrumento, reúna e gire para fixar a tampa.

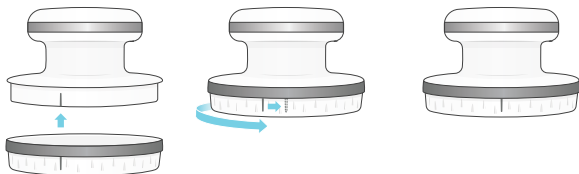


Figura 6. Instale uma tampa.

NOME DA TAMPA	QUANTIDADE DE DOSE	UNIDADES
Ambiente	Dose ambiente equivalente, H^* (10)	Sv, rem
Kerma no ar	Kerma no ar, K_{ar}	Gy
	Dose absorvida ao ar, D_{ar}	rad
	Exposição, X	R
Sem tampa	Contagens (α , β , γ)	cps, cpm

Tabela 1. Tampas e quantidades medidas.

Altere a unidade de medida no menu de configurações. Consulte "Botões e menus" na página 127.

O instrumento é calibrado com as respectivas tampas associadas, e só deve ser usado com as tampas fornecidas com o instrumento. A data de calibração e o número de série são impressos na etiqueta da tampa.

NOTA Antes de expor o instrumento à água ou poeira, certifique-se de que a vedação de borracha esteja intacta e limpa, que a tampa está devidamente montada, e que não haja itens ligados ao conector USB.

Botões e menus



Figura 7. Botão central.

Um *longo toque* sobre o botão central liga ou desliga o instrumento. Quando o instrumento exibe a tela de medição, um *toque curto* no botão central armazena uma medição. Em todas as outras telas, um toque curto no botão central retorna a tela de medição.



Figura 8. Teclas de seta.

A tela de medição é a tela padrão depois da ativação. Pressione para cima a partir da tela de medição para acessar as configurações.

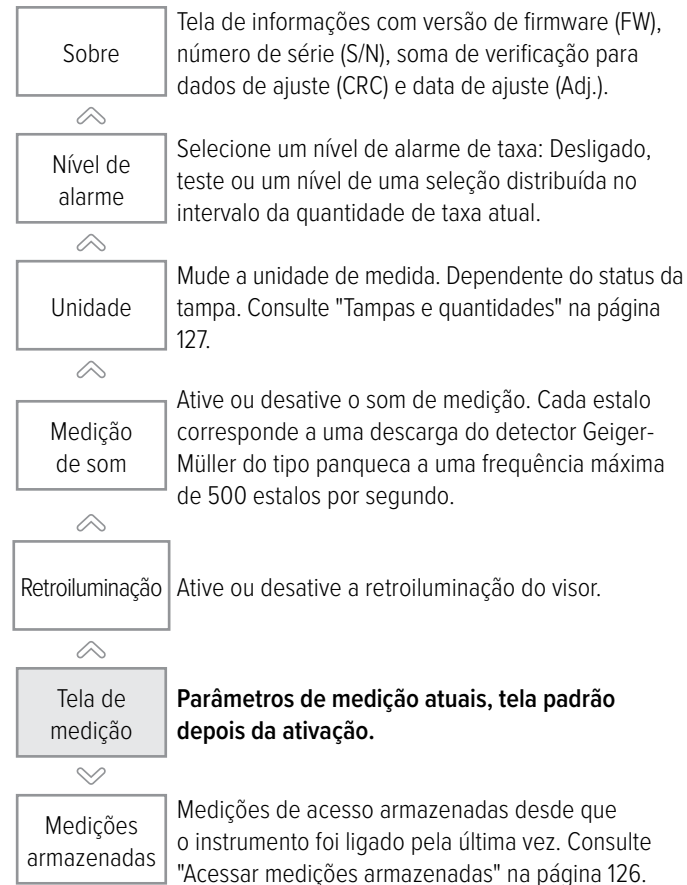
Pressione para a esquerda ou direita, conforme indicado na tela, para alternar entre as configurações selecionáveis. A configuração é alterada imediatamente. Pressione o botão central para regressar à tela de medição.

Pressione para baixo a partir da tela de medição para acessar as medições armazenadas. As medições armazenadas são classificadas em ordem cronológica, da direita para a esquerda.

Há dois atalhos:

- Um longo toque no botão de seta para a esquerda alterna o som de medição (on/off).
- Um longo toque no botão de seta para a direita alterna a retroiluminação da tela (on/off).

Estrutura do menu



MEDIÇÃO COM TAMPA

Selecione a tampa a ser usada (*ambiente* ou *Kerma no ar*).

1. Monte a tampa.
2. Posicione o instrumento com os sensores (a área plana da tampa) voltados para a fonte de radiação.

O instrumento manipula seus dois sistemas de sensores de modo uniforme, tanto para fontes contínuas de radiação quanto para fontes intermitentes. Consulte "Fontes de radiação intermitentes" na página 130.

O instrumento não tem nenhuma funcionalidade do ajuste zero, e as medidas incluem a radiação do fundo.

Parâmetros de medição

Dose e taxa de dose

A *dose* é toda a dose acumulada durante a medição atual.

A *taxa de dose* usa um algoritmo que detecta as mudanças de radiação com um tempo de resposta de alguns segundos ou menos, mas pode, em alguns casos, precisar de mais tempo para estabilizar, de acordo com Tabela 2 na página 129.

TAXA DE DOSE ($\mu\text{Gy/h}$, $\mu\text{Sv/h}$)	TAXA DE DOSE (mrad/h , mR/h , mrem/h)	TEMPO PARA ESTABILIDADE MÁXIMA
$\leq 0,1$	$\leq 0,01$	60 s
0,3	0,03	30 s
1	0,1	10 s
3	0,3	10 s
10	1	10 s
30	3	10 s
100	10	5 s
≥ 300	≥ 30	2 s

Tabela 2. Tempos de estabilização da taxa de dose.

NOTA As leituras da taxa de dose podem precisar de tempo adicional para se estabilizar em um valor mais baixo após os altos níveis de radiação, devido ao brilho residual dos cintiladores nos sensores de estado sólido.

NOTA O instrumento não é sensível a nêutrons. Isso foi testado com o uso de nêutrons térmicos de uma fonte $^{241}\text{Am-Be}$ moderada. Verificou-se que a resposta era inferior a 5% do equivalente da dose ambiental de nêutrons.

Taxa de dose máxima (^)

A *taxa de dose máxima* é a leitura mais alta da taxa de dose indicada desde a última redefinição. Consulte a definição da taxa de dose.

NOTA O instrumento detecta múons, criados quando partículas interestelares de alta energia da Via Láctea se chocam com a atmosfera da Terra. Os múons interagem com os sensores do sólido-estado (ao medir com tampa) e criam pulsos curtos da taxa de dose (1 – 2 s) de aproximadamente 100 vezes a partir do fundo. No nível do mar, o instrumento costuma detectar

alguns múons por dia, mas em altitudes mais elevadas, por exemplo, quando viajam por via aérea, o número aumenta para centenas por dia.

Energia média do fóton

A *energia média do fóton* usa uma média móvel de até 10 segundos. O tempo médio é encurtado sempre que uma alteração na taxa de dose é detectada.

Fontes de radiação intermitentes

A *dose* é exata para comprimentos curtos do pulso devido às correções rápidas do tempo inoperante e aos algoritmos do sensor. Consulte Figura 9 na página 130.

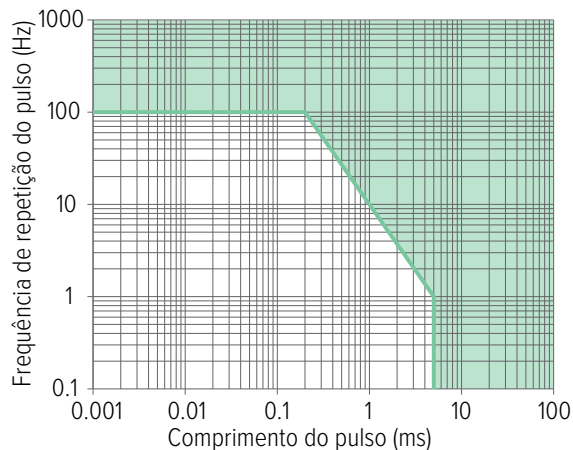


Figura 9. Desempenho em radiação intermitente, para temperaturas de até 30 °C (86 °F). **Área verde:** Resposta em $\pm 20\%$ da resposta em radiação contínua.

A *taxa de dose* é calculada em média ao longo de 1 segundo ou mais, e atualizada uma vez por segundo. Portanto, o instrumento precisa de um pulso de radiação de pelo menos 2 segundos para medir de forma confiável a taxa do pulso. É possível calcular manualmente a taxa de um pulso mais curto usando a dose medida e um comprimento conhecido do pulso.

Ao medir em pulsos continuamente repetidos, por exemplo da fluoroscopia pulsada ou aceleradores lineares, o instrumento mede a taxa de dose média. Se o ciclo de trabalho é conhecido, pode ser usado como uma correção para o cálculo da taxa de radiação nos pulsos.

NOTA À temperaturas acima de 30 °C (86 °F), a capacidade do instrumento de manusear a radiação de fontes intermitentes diminui gradualmente com o aumento da temperatura.

MEDIÇÃO SEM TAMPA

Quando medir sem tampa, por exemplo, em uma superfície potencialmente contaminada:

1. Desmonte a tampa. Ao medir sem tampa, o sensor ativo é o Geiger-Müller do tipo panqueca, **G** em Figura 1 na página 124.
2. Ligue o som de medição.
Sugestão: Ao pressionar o botão da seta para a esquerda com um toque longo, o som de medição é alternado para ligado ou desligado.
3. Segure o instrumento nas proximidades, mas não em contato com a superfície.
4. Escaneie a superfície lentamente, aproximadamente 1 cm/s ($\frac{1}{2}$ polegada por segundo).

O instrumento conta com avalanches de descarga no detector Geiger-Müller do tipo panqueca, causada por radiação alfa, beta e gama. Após cada descarga, o detector do tipo panqueca leva algumas dezenas de microssegundos para recarregar, denominado “tempo morto”. O instrumento corrige o efeito desse tempo morto a cada milésimo de segundo, automaticamente.

O instrumento não tem nenhuma funcionalidade do ajuste zero, e as medidas incluem a radiação do fundo.

Parâmetros de medição

Contagens

Contagens é a soma de todos os eventos de descarga durante a medição atual, corrigida para o tempo morto a cada milissegundo.

Taxa de contagem

A *taxa de contagem* usa um algoritmo que detecta alterações na radiação com um tempo de resposta de alguns segundos ou menos, mas pode, em alguns casos, precisar de mais tempo para estabilizar. Consulte Tabela 3 na página 131.

A taxa de contagem é calculada em média ao longo de 1 segundo ou mais, e atualizada uma vez por segundo, visto que o instrumento precisa de um nível de radiação estável por pelo menos 2 segundos para medir a taxa de forma confiável.

TAXA (cps)	TAXA (cpm)	TEMPO PARA ESTABILIDADE MÁXIMA
≤ 0,5	≤ 30	60 s
1,5	90	33 s
5	300	10 s
15	900	10 s
50	3 k	10 s
150	9 k	7 s
500	30 k	4 s
≥ 1500	≥ 90 k	2 s

Tabela 3. Tempo de estabilização da taxa de contagem.

Taxa de contagem máxima (^)

A *taxa de contagem máxima* é a taxa de contagem exibida mais elevada desde a última redefinição. Consulte a definição da taxa de contagem.

Cálculo de atividade

A atividade aproximada de núclídeos detectados pode ser calculada a partir da taxa de contagem, consulte Tabela 4 na página 132. Para núclídeos não listados, interpole usando o tipo de deterioração e a energia das partículas.

RADIONUCLÍDEO	DECAIMENTO (E_{max} , MeV)	ATIVIDADE TÍPICA POR TAXA DE CONTAGEM (Bq/cps), (dpm/cpm)
^{14}C	β^- (0,16)	17
^{60}Co	β^- (0,32)	6
^{36}Cl	β^- (0,71)	4
$^{90}\text{Sr} / ^{90}\text{Y}$	β^- (0,55/2,28)	3
^{239}Pu	α (5,16)	8
^{241}Am	α (5,49)	8

Tabela 4. Fatores de conversão da taxa de contagem para a atividade.

Tabela 4 na página 132 baseia-se em medições feitas com uma distância de 3 mm entre o invólucro do instrumento (sem tampa) e uma placa Al com uma fina camada de radionuclídeo (fonte de área ampla classe 2 de acordo com a norma ISO 8769:2010). Em outras condições de medição, por exemplo, diferentes propriedades físicas da amostra, tais como espessura, tamanho e pureza, esses fatores de conversão podem subestimar a atividade.

Exemplo: O instrumento lê 20 cps (1200 cpm) acima do fundo a uma curta distância de uma partícula contendo Americium-241. A atividade da partícula é de ao menos $20 \text{ cps} \times 8 \text{ Bq/cps} = 160 \text{ Bq}$ ($1200 \text{ cpm} \times 8 \text{ dpm/cpm} = 9600 \text{ dpm}$).

RAYSAFE VIEW



Figura 10. Conecte o instrumento ao RaySafe View.

Use o cabo USB fornecido com o instrumento para se conectar a um computador com o RaySafe View.

O RaySafe View inclui:

- Exibição em tempo real de leituras.
- Controle remoto do instrumento (alterar configurações, armazenar medições).
- Importação de medições armazenadas no instrumento.
- Análise de dados da taxa de registro em forma de onda.
- Possibilidade de salvar as medições no computador.
- Exportação de dados para o Microsoft Excel e para arquivos em formato CSV.

Baixe o RaySafe View em www.flukebiomedical.com.

MANUTENÇÃO

Carregue a bateria

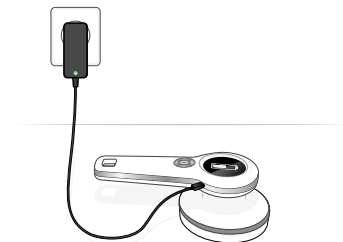


Figura 11. Ligue o carregador USB.

Para carregar a bateria, ligue o conector USB do instrumento a uma tomada de parede interior com o carregador fornecido. Você também pode carregar com um banco de energia USB, ou conectando-se a uma porta USB em um computador, mas o carregamento é mais rápido com o carregador fornecido (aproximadamente 3 horas de vazia para carga completa, em vez de 12 horas).

NOTA Se usar o instrumento enquanto o símbolo da bateria estiver vermelho, o instrumento poderá se desligar automaticamente a qualquer momento.

AVISO Verifique se o conector USB no instrumento está limpo e seco antes de conectar um cabo.

Limpeza

Limpe o aparelho com a tampa montada com o uso de um pano úmido e detergente suave.

O aparelho não é resistente à água com a tampa desligada. Se o aparelho estiver contaminado com a tampa desligada, limpe suavemente a área contaminada com um pano e certifique-se de que o instrumento e a tampa estejam secos antes de montar a tampa.

Armazenamento

Guarde o instrumento desligado e com a tampa montada.

Assistência

Entre em contato com o fabricante para obter assistência. Consulte "Contatos de serviço e suporte" na página 141.

NOTA O RaySafe 452 não tem peças que possam ser reparadas pelo usuário.

ERROS E SÍMBOLOS

Erros do instrumento

Os autotestes são realizados na inicialização e continuamente durante a operação.

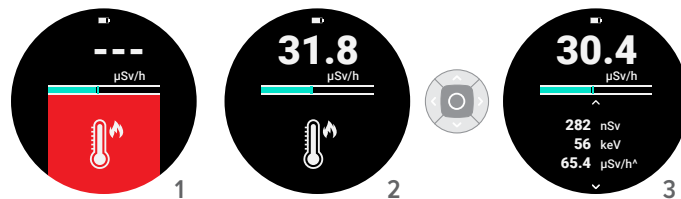


Figura 12. 1: Tela de erro. 2: Tela de confirmação. 3: Tela de medição.

Se ocorrer um erro, a tela de medição é bloqueada por um símbolo de erro no fundo vermelho (**1** in Figura 12 na página 133), e o instrumento emite um sinal sonoro a cada quinze segundos. Enquanto a tela estiver vermelha, o instrumento não realiza a medição.

Se o erro terminar, o instrumento iniciará automaticamente uma nova medição enquanto o símbolo de erro permanecer no fundo preto (**2** em Figura 12 na página 133). Pressione o botão central para confirmar o símbolo e visualizar a medição em andamento (**3** em Figura 12 na página 133).

SÍMBOLO DE ERRO	TIPO	AÇÃO
	Erro do instrumento (#2, #3, #4, #6, #7, #8)	Reinicie o instrumento. Se o erro persistir, contate o suporte. Consulte "Contatos de serviço e suporte" na página 141.
	Taxa de dose muito alta	A taxa de dose está fora da especificação. Aumente a distância até a fonte de radiação para diminuir a taxa.
	Instrumento demasiadamente frio	Deixe o instrumento aquecer acima de -20 °C (-4 °F).
	Instrumento demasiadamente morno	Deixe o instrumento esfriar abaixo de 50 °C (122 °F).
	Tipo correto de tampa não detectada	Instale uma tampa fornecida no instrumento e/ou certifique-se de que a tampa esteja montada corretamente. Alguns modelos de instrumentos requerem uma tampa para operar.

Outros símbolos de exibição

SÍMBOLO	TIPO	SIGNIFICADO
	Nova medição iniciada	Após 24 horas de medição contínua, o instrumento armazena automaticamente uma medição e inicia uma nova medição. Confirme ao pressionar o botão central para retornar à tela de medição.
	Medição corrompida	Essa medição armazenada está corrompida e não pode ser exibida.

Símbolos em etiquetas

Para obter uma lista completa dos símbolos de produtos aplicáveis, visite: www.flukebiomedical.com/resource/certification-sheets.

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	ADVERTÊNCIA – RISCO DE PERIGO. Consulte a documentação do usuário.
	Fabricante
	Número do artigo
	Número de série
	Este produto cumpre com os requisitos de marcação da diretiva WEEE. A etiqueta afixada indica que não é permitido descartar este produto elétrico/eletrônico no lixo doméstico. Categoria de produto: Com referência aos tipos de equipamento no anexo I da diretiva WEEE, este produto é classificado como produto de categoria 9 "Instrumentação de monitoramento e controle". Não descarte este produto como lixo municipal não classificado.
	Nenhuma das substâncias restritas da China RoHS está presente acima dos níveis permitidos.

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

Geral

Padrão de segurança	Conformidade com a norma IEC 61010-1:2010, grau de poluição 2
Medidor de radiação padrão	Em conformidade com a IEC 60846-1:2009 exceto EMC, que está em conformidade com a IEC 61326-1:2012, e exceto o nível de alarme sonoro.
Dimensões	250 x 127 x 83 mm (9,8 x 5,0 x 3,3 polegadas)
Peso	0,8 kg (1,7 libras)
Exibição	LCD a cores de 240 x 400 pixels, legível por luz do sol, retroiluminado
Taxa de alarme	65 dB(A) a 30 cm (12 polegadas)
Temperatura de funcionamento	-20 – +50 °C (-4 – +122 °F)
Temperatura de armazenamento	-30 – +70 °C (-22 – +158 °F)
Temperatura de carregamento da bateria	+10 – +40 °C (+50 – +104 °F)
Pressão atmosférica	70 – 107 kPa, altitude até 3000 m (10.000 pés)
Código IP	IP64 (à prova de poeira e água) de acordo com a norma IEC 60529:1989–2013, com tampa montada, vedações intactas e nenhum item conectado ao conector USB
Umidade, sem tampa	< 90% de umidade relativa, sem condensação
Vida útil da bateria	Até 100 h
Bateria	Bateria de íons de lítio recarregável 18650 integrada (< 3600 mAh, 3,6 V)
Conector	Micro USB (5 V DC, 1,3 A), para comunicação e carregamento
Montagem	Linha de tripé padrão de ¼" na alça
Armazenamento de dados	4000 medições armazenadas e 10 dias de registro da taxa de dose com 1 s de resolução

Software	RaySafe View (para controle remoto, análise e exportação de dados)
----------	--

Radiologia

Dose ambiente equivalente, $H^*(10)$

Intervalo	0 µSv/h – 1 Sv/h (0 µrem/h – 100 rem/h)	
Resolução da taxa	0,01 µSv/h (1 µrem/h) ou 3 dígitos	
Resolução da dose	0,1 nSv (0,01 µrem) ou 3 dígitos	
Radiação detectada	γ e radiografias > 10 keV	
Linearidade, ¹³⁷ Cs	±10 %, após subtração de fundo	
Intervalo de energia	16 keV – 7 MeV	
Resposta energética ¹	> 20 µSv/h (2 mrem/h) e $T < 30$ °C (86 °F)	±25 %, 16 – 20 keV ±15 %, 20 keV – 5 MeV ±25 %, 5 – 7 MeV
	de outra forma	±25 %, 16 – 20 keV ±20 %, 20 keV – 1 MeV -25 % – +150 %, 1 – 7 MeV
Comprimento mínimo do pulso do raio X ²	5 ms a $T < 30$ °C (86 °F)	
Frequência mínima do acelerador linear ^{2,3}	100 Hz a $T < 30$ °C (86 °F)	
Tempo de resposta da taxa	~2 s para detectar uma etapa de 0,2 a 2 µSv/h (20 a 200 µrem/h)	
Intervalo de energia IEC 60846-1 ⁴	20 keV – 2 MeV, ângulo de incidência ±45°	
Intervalo da taxa de dose IEC 60846-1 ⁴	1 µSv/h – 1 Sv/h (100 µrem/h – 100 rem/h)	
Intervalo de dose IEC 60846-1 ⁴	1 µSv – 24 Sv (100 µrem – 2,4 Krem), coeficiente de variação < 3%	
Unidades	Sv rem (1 rem = 1/100 Sv)	

Kerma no ar, K_{ar}

Intervalo	0 μ Gy/h – 1 Gy/h (0 μ R/h – 114 R/h)	
Resolução da taxa	0,01 μ Gy/h (1 μ R/h) ou 3 dígitos	
Resolução da dose	0,1 nGy, (0,01 μ R) ou 3 dígitos	
Radiação detectada	γ e radiografias > 10 keV	
Linearidade, ^{137}Cs	$\pm 10\%$, após subtração de fundo	
Intervalo de energia	30 keV – 7 MeV	
Resposta energética ¹	> 20 μ Gy/h (2,3 mR/h) e $T < 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ (86 $^{\circ}\text{F}$)	$\pm 15\%$, 30 keV – 5 MeV $\pm 25\%$, 5 – 7 MeV
	de outra forma	$\pm 30\%$, 30 keV – 1 MeV $-25\% - +120\%$, 1 – 7 MeV
Comprimento mínimo do pulso do raio X ²	5 ms a $T < 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ (86 $^{\circ}\text{F}$)	
Frequência mínima do acelerador linear ^{2,3}	100 Hz a $T < 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ (86 $^{\circ}\text{F}$)	
Tempo de resposta da taxa	~ 2 s para detectar uma etapa de 0,2 a 2 μ Gy/h (23 a 230 μ R/h)	
Unidades	Gy	
	rad (1 rad = 1/100 Gy) R (1 R = 1/114,1 Gy)	

Energia média do fóton, $\bar{E}$

Intervalo	20 keV – 600 keV
Incerteza	10% a < 100 keV, 20% de outra forma
Definindo o padrão	ISO 4037-1:2019
Taxa de dose mínima ⁵	20 μ Sv/h (2 mrem/h) ou 20 μ Gy/h (2,3 mR/h), a $T < 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ (86 $^{\circ}\text{F}$)

Contador (α , β , γ)

Tipo de detector	Geiger-Müller do tipo panela		
Janela	Mica, 1,5 – 2 mg/cm ²		
Área sensível	15,55 cm ² , atrás de 79% da grade de aço aberta		
Radiação detectada	$\alpha > 3,5$ MeV $\beta > 40$ keV γ e radiografias > 5 keV		
Intervalo	0 cps – 20 kcps (0 cpm – 1,2 Mcpm)		
Resolução da taxa	0,1 cps (1 cpm) ou 3 dígitos		
Resolução contrária	1 contagem ou 3 dígitos		
Correção do tempo morto	Automático, linearidade dentro de $-10\% - +30\%$		
Fundo típico a 0,1 μ Sv/h	0,5 cps (30 cpm)		
Sensibilidade gama típica, ^{137}Cs	6 cps / μ Gy/h (3000 cpm / mR/h)		
Tempo de resposta da taxa	~ 2 s para detectar uma etapa de 1 a 10 cps (60 a 600 cpm)		
Unidades	cps cpm (1 cpm = 1/60 cps)		
2 π de sensibilidade de emissão ⁶	Radionuclídeo	Decadência ($E_{\text{máx}}$)	Eficiência típica
	^{14}C	β^- (0,16 MeV)	15%
	^{60}Co	β^- (0,32 MeV)	31%
	^{36}Cl	β^- (0,71 MeV)	43%
	$^{90}\text{Sr} / ^{90}\text{Y}$	β^- (0,55/2,28 MeV)	49%
	^{239}Pu	α (5,16 MeV)	26%
	^{241}Am	α (5,49 MeV)	26%

RODAPÉ

1. O instrumento usa um detector Geiger-Müller do tipo panqueca a baixas taxas e um conjunto de sensores de estado sólido a taxas mais elevadas. A taxa em que os sensores de estado sólido são ativados aumenta gradualmente com a temperatura, para temperaturas acima de 30 °C (86 °F).
2. Limite onde a resposta está dentro de $\pm 20\%$ da resposta na radiação contínua. Acima de 30 °C (86 °F), a capacidade do instrumento de lidar com baixas taxas de pulso de LINAC e pulsos de raios-X curtos diminui gradualmente com o aumento da temperatura.
3. Refere-se à frequência de repetição do pulso de micro-ondas de aceleradores lineares médicos típicos. Cada pulso tem uma duração típica de alguns μs .
4. Intervalos onde o instrumento cumpre com a norma IEC 60846-1:2009.
5. Acima de 30 °C (86 °F), a taxa de dose mínima aumenta gradualmente com o aumento da temperatura.
6. Medição a uma distância de 3 mm entre o invólucro do instrumento (sem tampa) e as fontes de área ampla classe 2 de acordo com a norma ISO 8769:2010.

Posição do sensor

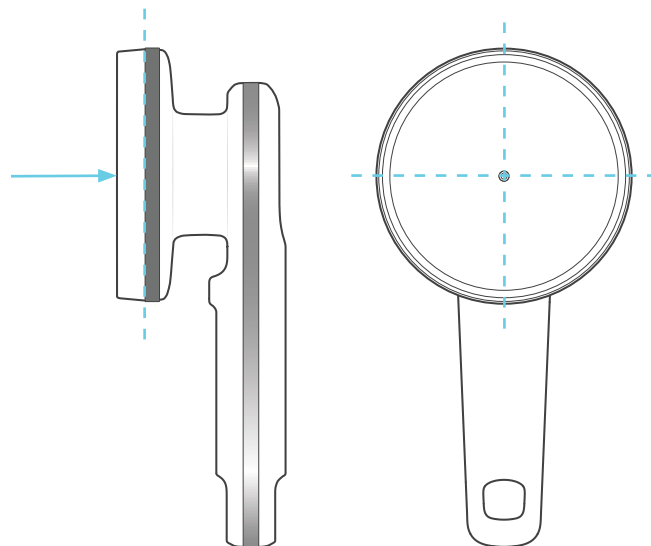
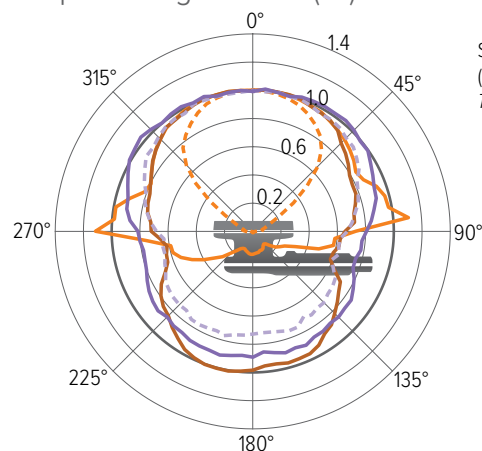
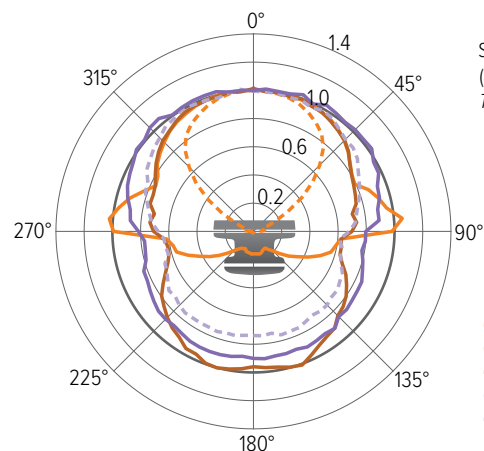


Figura 13. Direção de referência do sensor, plano de referência e ponto de referência.

Resposta angular – $H^*(10)$ 

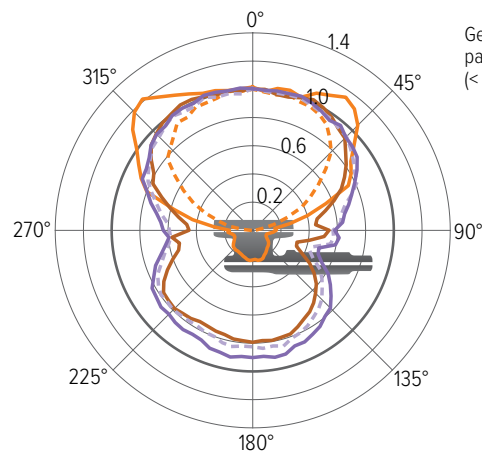
Sensores de estado sólido
($> 20 \mu\text{Sv/h}$ (2.3 mrem/h),
 $T < 30^\circ\text{C}$ (86 $^\circ\text{F}$))

--- 20 keV
— 65 keV
— 207 keV
--- 662 keV
— 1.25 MeV



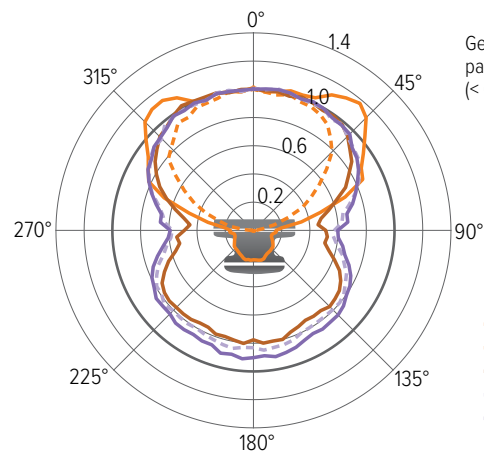
Sensores de estado sólido
($> 20 \mu\text{Sv/h}$ (2.3 mrem/h),
 $T < 30^\circ\text{C}$ (86 $^\circ\text{F}$))

--- 20 keV
— 65 keV
— 207 keV
--- 662 keV
— 1.25 MeV



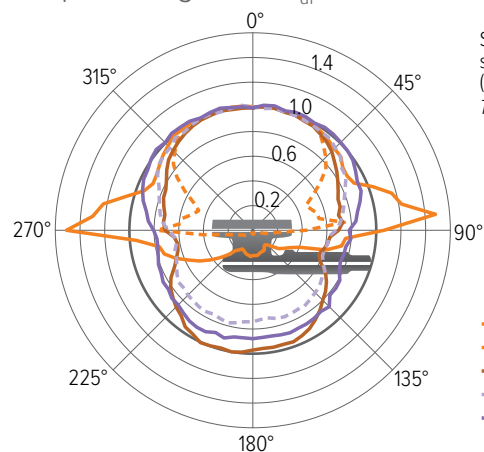
Geiger-Müller do tipo
panqueca
($< 6 \mu\text{Sv/h}$ (0.7 mrem/h))

--- 20 keV
— 65 keV
— 207 keV
--- 662 keV
— 1.25 MeV



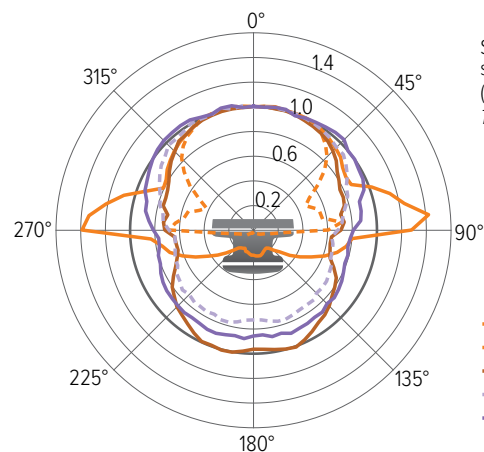
Geiger-Müller do tipo
panqueca
($< 6 \mu\text{Sv/h}$ (0.7 mrem/h))

--- 20 keV
— 65 keV
— 207 keV
--- 662 keV
— 1.25 MeV

Resposta angular – K_{ar} 

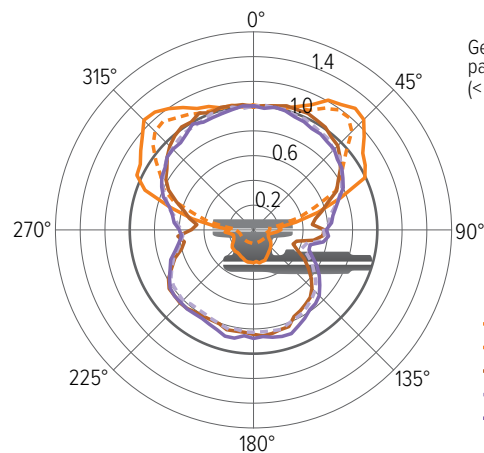
Sensores de estado sólido
($> 20 \mu\text{Gy/h}$ (2.3 mR/h),
 $T < 30^\circ\text{C}$ (86 °F))

--- 33 keV
— 65 keV
— 207 keV
--- 662 keV
— 1.25 MeV



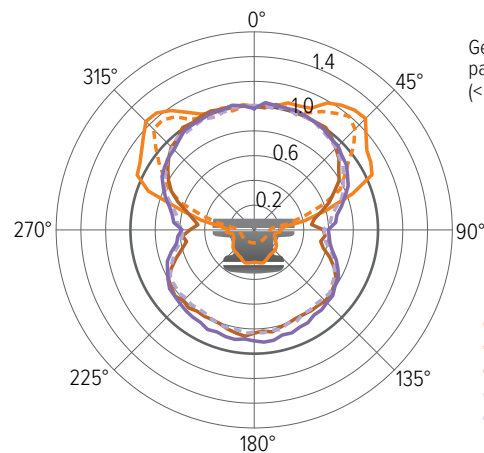
Sensores de estado sólido
($> 20 \mu\text{Gy/h}$ (2.3 mR/h),
 $T < 30^\circ\text{C}$ (86 °F))

--- 33 keV
— 65 keV
— 207 keV
--- 662 keV
— 1.25 MeV



Geiger-Müller do tipo
panqueca
($< 6 \mu\text{Gy/h}$ (0.7 mR/h))

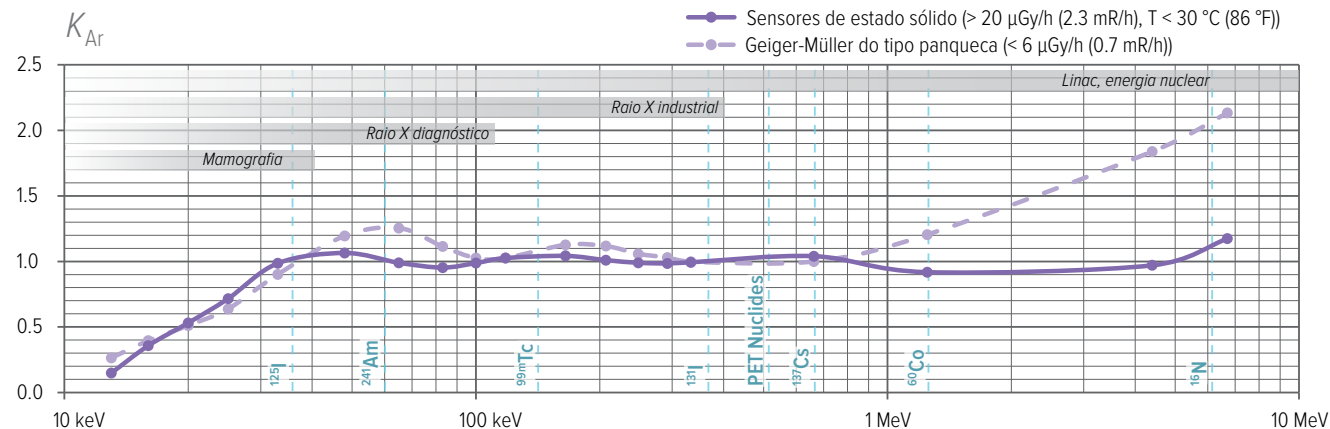
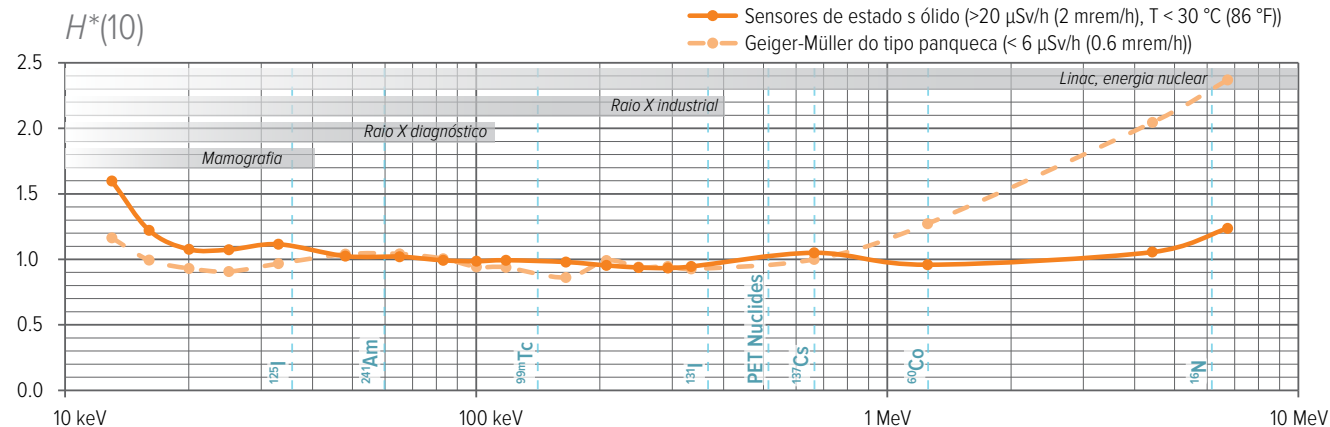
--- 33 keV
— 65 keV
— 207 keV
--- 662 keV
— 1.25 MeV



Geiger-Müller do tipo
panqueca
($< 6 \mu\text{Gy/h}$ (0.7 mR/h))

--- 33 keV
— 65 keV
— 207 keV
--- 662 keV
— 1.25 MeV

Resposta energética típica



LICENÇAS DE SOFTWARE

Licença do FreeRTOS, consulte a página do produto RaySafe 452 em www.flukebiomedical.com.

GARANTIA

A Fluke Biomedical fornece garantia a este instrumento contra defeitos de material e fabricação por um ano, a partir da data da compra original, OU por dois anos se no final do primeiro ano você enviar o instrumento para um centro de serviços da Fluke Biomedical ou RaySafe para calibração. Para a calibração, será cobrada nossa taxa habitual. Durante o período de garantia, repararemos ou, a nosso critério, substituiremos sem custo um produto que esteja com defeito, desde que seja devolvido à Fluke Biomedical com envio pré-pago. Esta garantia abrange apenas o comprador original e não é transferível. A garantia não se aplica se o produto tiver sido danificado por acidente ou uso indevido ou tiver sido atendido ou modificado por qualquer local que não seja uma unidade de assistência autorizada da Fluke Biomedical. **NENHUMA OUTRA GARANTIA, COMO ADEQUAÇÃO A UM PROPÓSITO ESPECÍFICO, É EXPRESSA OU IMPLÍCITA. A FLUKE NÃO SERÁ RESPONSÁVEL POR QUAISQUER DANOS OU PERDAS ESPECIAIS, INDIRETOS, INCIDENTAIS OU CONSEQUENCIAIS, INCLUINDO PERDA DE DADOS, DECORRENTE DE QUALQUER CAUSA OU TEORIA.**

Esta garantia abrange apenas produtos serializados e seus itens de acessórios que carregam uma marca de número de série distinta. A recalibração de instrumentos não é abrangida pela garantia.

Esta garantia confere direitos legais específicos e também é possível obter outros direitos que variam em diferentes jurisdições. Uma vez que algumas jurisdições não permitem a exclusão ou limitação de uma garantia implícita ou de danos incidentais ou consequenciais, esta limitação de responsabilidade pode não se aplicar ao seu caso. Se qualquer provisão desta garantia for considerada inválida ou inexecutável por um tribunal ou outro tomador de decisão da jurisdição competente, tal exploração não afetará a validade ou aplicabilidade de qualquer outra provisão.

CONTATOS DE SERVIÇO E SUPORTE

Para obter informações sobre o serviço e suporte, consulte a página do produto RaySafe 452 em www.flukebiomedical.com.

Fabricado por:
Fluke Biomedical
6920 Seaway Blvd.
Everett, WA
EUA

用户手册 (ZH)

关于 RAYSAFE 452	144	存放	153
入门指南	145	维修服务	153
操作和设置	146	错误和符号	153
屏幕概述	146	仪器错误	153
存储测量值	146	其他显示符号	154
访问存储的测量值	146	标签上的符号	154
盖子和剂量量	147	技术参数	155
按钮和菜单	147	一般	155
带盖测量	149	放射特性	155
测量参数	149	传感器位置	157
间歇性放射源	150	角度响应 – $H^*(10)$	158
无盖测量	150	角度响应 – K_{air}	159
测量参数	151	典型的能量响应	160
活性计算	152	软件许可证	161
RAYSAFE VIEW	152	保修	161
维护	153	服务和支持联系人	161
为电池充电	153		
清洁	153		

关于 RAYSAFE 452

RaySafe 452 是一种手持设备, 用于在室内及短暂地在室外监控和测量核、工业与医疗应用中的辐射水平。

- ⚠ **警告** RaySafe 452 不能替代任何辐射防护设备。
- ⚠ **警告** RaySafe 452 不能替代个人剂量计或法定剂量计。
- ⚠ **警告** RaySafe 452 未获准用于爆炸性环境。
- ⚠ **警告** 仅可按规定使用 RaySafe 452, 否则设计中所提供的保护可能会受到影响。
- ⚠ **警告** 在测量间歇性辐射源 (例如脉冲 X 射线或直线加速器等线性粒子加速器) 时, 请特别小心。参见 第 150 页中的 "间歇性放射源"。

RaySafe 452 (该仪器) 可使用不同的盖子或不使用盖子, 来对剂量、剂量率、平均光子能量、计数和计数率进行量化。

该仪器由以下两个自动处理传感器系统组成:

1. 一个 Geiger-Müller pancake, 在低剂量率下使用, 无盖子, 作为 $\alpha / \beta / \gamma$ (阿尔法、贝塔、伽马) 计数器。
2. 一组固态传感器, 在中高剂量率下使用。

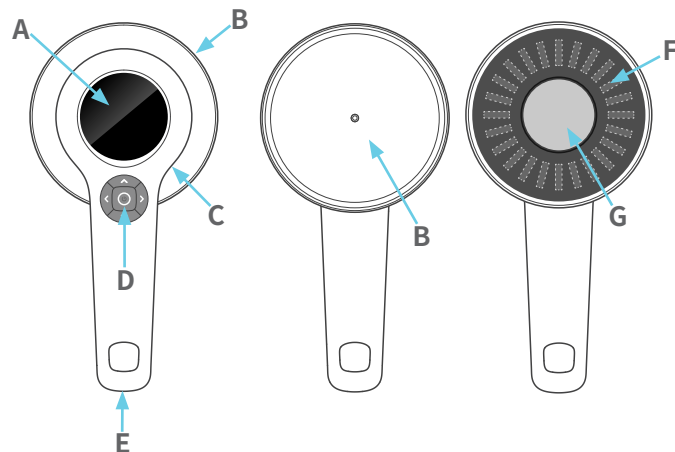


图 1. 仪器概述。A: 显示屏。B: 盖子。C: 充电器和计算机的 USB 接口。D: 按钮 (中间、左、右、上、下)。E: 三脚架螺旋形接环。F: 碳纤维盖后面的固态传感器。G: 钢网后面的 Geiger-Müller pancake。

注意 Geiger-Müller pancake (第 144 页中的 图 1 中的 G) 的入口窗口非常易碎, 请勿触碰。Geiger-Müller pancake 对机械冲击也很敏感。

入门指南

长按中间按钮 (⏻) 约 3 秒, 打开仪器。

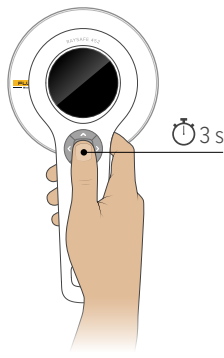


图 2. 开机。

仪器在大约 5 秒后开始执行测量。

将仪器与传感器一起对着辐射源。该仪器将在不同的传感器系统之间进行切换, 并自动调整其平均时间。

测量量随盖子的变化而变化。参见 第 147 页中的 "盖子和剂量量"。

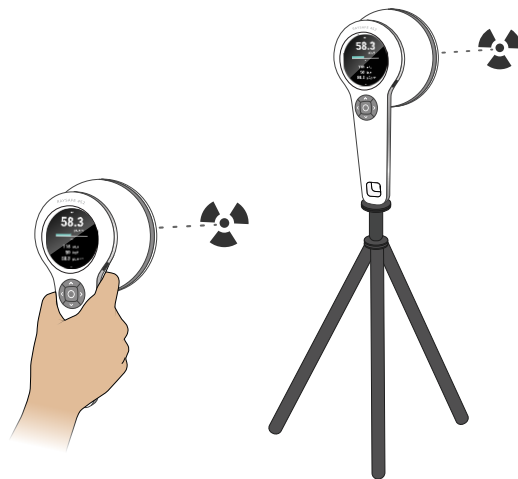


图 3. 将传感器区域对着辐射源。

长按中间按钮即可关闭电源。仪器自动存储剂量率值的日志, 分辨率为 1 秒。

操作和设置

屏幕概述

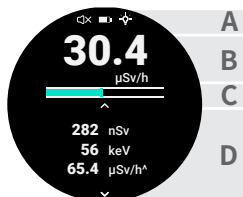


图 4. 屏幕概述。

- A. 状态符号：测量声音、电池和显示屏背光。
- B. 当前剂量率或计数率。显示的剂量量和单位随盖子和设置而变化。有关更多信息，请参阅第 147 页中的表 1。
- C. 剂量率条。剂量率条显示当前剂量率，该值未经平均化，每秒更新 4 次。刻度为对数，并覆盖指定的剂量率范围。
- D. 可变内容：当前测量参数、设置、已存储的测量值、错误屏幕或确认屏幕，具体取决于用户交互和环境条件。

存储测量值

短按中间按钮可手动存储测量值。

存储测量值可保存并重置所有显示的读数。

在以下情况下系统也会自动存储测量值：

- 安装或拆卸盖子时。
- 仪器关闭电源时。
- 错误状态导致正在进行的测量中断时。
- 连续测量 24 小时后。

访问存储的测量值

所有存储的测量值都可以使用运行 RaySafe View 的计算机进行访问。参见第 152 页中的 "RaySafe View"。当前测量有分辨率为 1 秒的剂量率记录，在 RaySafe View 中显示为波形。

可以在仪器显示屏中访问自上次开机以来存储的测量值。按向下箭头查看存储的测量值。参见第 146 页中的图 5。使用左、右箭头按钮在测量值之间进行切换。

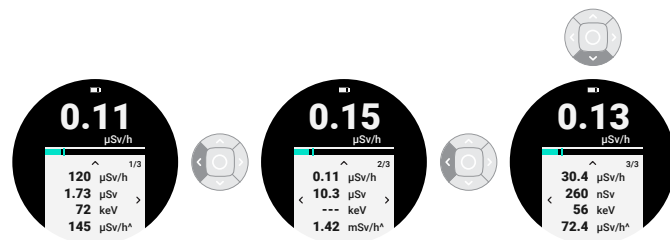


图 5. 访问存储的测量值。

经 10 天记录或经 4000 次存储测量值后，最旧的条目将被循环覆盖。

盖子和剂量量

根据型号, 仪器配有不同的盖子套装, 各盖子套装搭配不同的滤波片组合。

盖子有卡口式安装座。将盖子上的线与仪器上的线对齐, 将其组合在一起, 然后转动以紧固盖子。

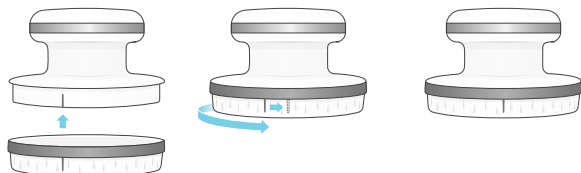


图 6. 安装盖子。

盖子名称	剂量量	单位
环境	环境剂量当量, $H^*(10)$	Sv, rem
空气比释动能	空气比释动能, K_{air}	Gy
	空气吸收剂量, D_{air}	rad
	暴露, X	R
无盖子	计数 (α, β, γ)	cps, cpm

表 1. 盖子和测量的剂量量。

在设置菜单中更改度量单位。参见第 147 页中的 "按钮和菜单"。

仪器使用相关的盖子进行校准, 并且只能与仪器随附的盖子一起使用。校准日期和序列号印在盖子标签上。

注意 在将仪器暴露在水或灰尘中之前, 请确保橡胶密封完好、干净, 且盖子已正确安装, 并且 USB 连接器没有任何连接。

按钮和菜单



图 7. 中间按钮。

长按中间按钮可打开或关闭仪器。

当仪器显示测量屏幕时, 短按中间按钮可存储测量值。在所有其他屏幕上, 短按中间按钮将返回测量屏幕。



图 8. 箭头按钮。

开机后, 测量屏幕是默认屏幕。在测量屏幕中向上按可访问设置。

按屏幕上的指示向左或向右按可在可选设置之间切换。设置将立即更改。按中间按钮可返回到测量屏幕。

从测量屏幕向下按可访问存储的测量值。存储的测量值按时间顺序从右到左排序。

存在两个快捷方式：

- 长按左箭头按钮可切换测量声音 (开/关)。
- 长按右箭头按钮可切换显示屏背光 (开/关)。

菜单结构

关于

信息屏幕包含固件版本 (FW)、序列号 (S/N)、调整数据校验和 (CRC) 以及调整日期 (Adj.)。



报警级别

选择剂量率报警级别：“关闭”、“测试”，或从分布在当前剂量率量范围内的选项选择一个级别。



单位

更改测量单位。取决于盖子状态。参见第 147 页中的 "盖子和剂量量"。



测量声音

打开或关闭测量声音。每个弹出声音对应于 Geiger-Müller pancake 的测量输出，最大频率为每秒 500 次。



背光

打开或关闭显示屏背光。



测量屏幕

开机后, 当前测量参数是默认屏幕。



存储的测量

访问自仪器上次开机以来存储的测量值。参见第 146 页中的 "访问存储的测量值"。

带盖测量

选择要使用的盖子 (*Ambient* 或 *Air kerma*)。

1. 安装盖子。
2. 将仪器与传感器 (盖子的平坦区域) 一起定位朝向辐射源。

该仪器可无缝处理其两个传感器系统, 既适用于连续辐射源, 也适用于间歇辐射源。参见第 150 页中的 "间歇性放射源"。

该仪器没有零点调整功能, 测量值包括背景辐射。

测量参数

剂量和剂量率

剂量是在当前测量过程中积累的所有剂量。

剂量率使用一种算法, 在几秒钟或更短的响应时间内检测辐射变化, 但在某些情况下可能需要更长的时间进行稳定, 详见第 149 页中的 表 2。

剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$, $\mu\text{Sv/h}$)	剂量率 (mrad/h , mR/h , mrem/h)	实现最大稳定性的 时间
≤ 0.1	≤ 0.01	60 秒
0.3	0.03	30 秒
1	0.1	10 秒
3	0.3	10 秒
10	1	10 秒
30	3	10 秒
100	10	5 秒
≥ 300	≥ 30	2 秒

表 2. 剂量率稳定时间。

注意 在达到高辐射水平后, 由于固态传感器中闪烁体的余辉, 剂量率读数可能需要更多的时间来稳定在较低值上。

注意 该仪器对中子不敏感。这已经使用来自减速化 $^{241}\text{Am-Be}$ 中子源的热中子进行了测试。结果发现响应小于中子环境剂量当量的 5%。

峰值剂量率 (^)

峰值剂量率是自上次重置以来显示的最高剂量率读数。请参阅剂量率的定义。

注意 该仪器可以检测到来自银河系的星际高能粒子撞击地球大气层时产生的 μ 介子。 μ 介子与固态传感器 (在带盖测量时) 相互作用, 并产生大约为 100 倍背景

的短 (1–2 秒) 剂量率脉冲。在海平面, 仪器通常每天会检测到少量 μ 介子, 但在更高的海拔高度 (例如在搭飞机运输时), 仪器每天将会检测到数百个 μ 介子。

平均光子能量

平均光子能量使用最多 10 秒的移动平均值。每当检测到剂量率的变化时, 平均时间就会缩短。

间歇性放射源

由于快速的死区时间校正和传感器算法, 剂量对于较短的脉冲长度是准确的。参见第 150 页中的图 9。

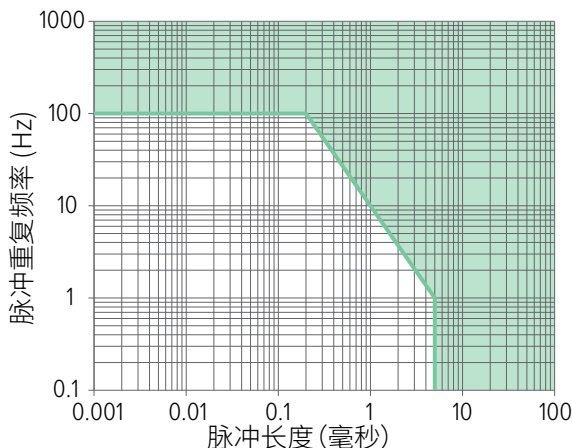


图 9. 在间歇性辐射下的性能, 针对温度高达 30°C (86°F) 的情况。

绿色区域: 响应在连续辐射响应的 $\pm 20\%$ 范围内。

剂量率平均超过 1 秒或更长时间, 每秒更新一次。因此, 该仪器需要至少 2 秒的辐射脉冲以进行可靠的脉冲剂量率测量。可以使用测量剂量和已知脉冲长度手动计算较短的脉冲剂量率。

当测量连续重复脉冲时, 例如来自于脉冲荧光透视或直线加速器, 该仪器测量平均剂量率。如果占空比已知, 则可以将其用作计算脉冲中的辐射率的校正系数。

注意 在温度高于 30°C (86 °F) 时, 仪器处理间歇源辐射的能力会随着温度的升高而逐渐下降。

无盖测量

在进行无盖测量时, 例如在可能已受污染的表面上进行测量时, 请执行以下操作:

1. 拆下盖子。执行无盖测量时, 有源传感器是 Geiger-Müller pancake, 第 144 页中的图 1 中的 **G**。
2. 打开测量声音。
提示: 长按左箭头按钮可打开或关闭测量声音。
3. 将仪器保持在靠近表面的地方, 但不与表面接触。
4. 缓慢扫描表面, 大约 1 厘米/秒 (每秒 ½ 英寸)。

该仪器对 Geiger-Müller pancake 中由 α 、 β 和 γ 辐射引起的放电突崩进行计数。每次放电后, pancake 大约需要几十微秒的时间进行充电, 这段时间称为死区时间。每毫秒仪器会自动校正一次死区时间的影响。

该仪器没有零点调整功能, 测量值包括背景辐射。

测量参数

计数

计数是当前测量期间所有放电事件的总和, 每毫秒校正一次死区时间。

计数率

计数率使用一种算法, 在几秒钟或更短的响应时间内检测辐射变化, 但在某些情况下可能需要更长的时间进行稳定。参见第 151 页中的表 3。

计数率平均时间为 1 秒或更长时间, 并且每秒更新一次, 这也是为什么仪器需要至少持续 2 秒的稳定辐射水平才能可靠地测量计数率。

计数率 (cps)	计数率 (cpm)	实现最大稳定性的 时间
≤ 0.5	≤ 30	60 秒
1.5	90	33 秒
5	300	10 秒
15	900	10 秒
50	3 k	10 秒
150	9 k	7 秒
500	30 k	4 秒
≥ 1500	$\geq 90 \text{ k}$	2 秒

表 3. 计数率稳定时间。

峰值计数率 (^)

峰值计数速率是自上次重置以来显示的最高计数率。请参阅计数率的定义。

活性计算

检测到的放射性核素的近似活性可以根据计数率计算, 请参见第 152 页中的表 4。对于未列出的核素, 使用衰变类型和粒子能量进行插值。

放射性核素	衰变 ($E_{\max}$, MeV)	典型活性 (按计数率) (Bq/cps), (dpm/cpm)
^{14}C	β^- (0.16)	17
^{60}Co	β^- (0.32)	6
^{36}Cl	β^- (0.71)	4
$^{90}\text{Sr} / ^{90}\text{Y}$	β^- (0.55 / 2.28)	3
^{239}Pu	α (5.16)	8
^{241}Am	α (5.49)	8

表 4. 从计数率换算为活性的转换因子。

第 152 页中的表 4 基于仪器外壳 (没有盖子) 和带有薄层放射性核素的铝板 (根据 ISO 8769:2010 的广域 2 级源) 进行的 3 毫米测量。在其他测量条件下, 例如样品的不同物理性质 (如厚度、尺寸和纯度), 这些转换因子可能会低估活性。

例子: 该仪器在距离含镅-241 的粒子的短距离处, 在背景上方测量为 20cps (1200cpm)。粒子的活性至少为 $20 \text{ cps} \times 8 \text{ Bq/cps} = 160 \text{ Bq}$ ($1200 \text{ cps} \times 8 \text{ dpm/cps} = 9600 \text{ dpm}$)。

RAYSAFE VIEW



图 10. 将仪器连接到 RaySafe View。

使用仪器附带的 USB 电缆连接到运行 RaySafe View 的计算机。

RaySafe View 包括以下功能:

- 实时显示读数。
- 远程控制仪器 (更改设置、存储测量值)。
- 导入存储在仪器中的测量值。
- 以波形对剂量率日志进行数据分析。
- 可以在计算机上保存测量值。
- 将数据导出到微软 Excel 和 csv 文件。

从 www.flukebiomedical.com 下载 RaySafe View。

维护

为电池充电



图 11. 连接 USB 充电器。

如需为电池充电, 请使用随附的充电器将仪器的 USB 连接器连接到室内壁式插座上。您还可以使用 USB 移动电源充电, 也可以将其连接到计算机上的 USB 端口进行充电, 但使用随附的充电器充电速度更快 (零电池电量到满电池电量约 3 小时, 而非 12 小时)。

注意 如果在电池符号为红色时使用仪器, 则仪器可能随时自动关机。

⚠ 警告 连接电缆之前, 请确保仪器上的 USB 连接器清洁干燥。

清洁

用湿布和中性清洁剂清洁带盖仪器。

无盖情况下, 该仪器不能防水。如果仪器在无盖情况下遭到污染, 请用布轻轻擦拭被污染的区域, 并确保仪器和盖子干燥, 然后再安装盖子。

存放

存放仪器时应将其关机, 并装上盖子。

维修服务

请与制造商联系以获得维修服务。参见第 161 页中的 "服务和支持联系人"。

注意 RaySafe 452 没有用户可维修零件。

错误和符号

仪器错误

自检在启动时执行, 并且在操作期间仍持续执行。

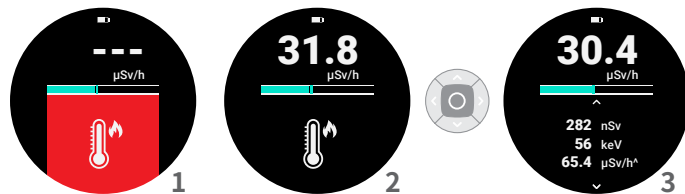


图 12. 1: 错误屏幕。2: 确认屏幕。3: 测量屏幕。

如果发生错误, 测量屏幕将被红色背景的错误符号(第 153 页中的图 12 中的 **1**) 阻挡, 并且仪器每 15 秒发出一次蜂鸣声。当屏幕呈红色时, 仪器不执行测量。

如果错误结束, 仪器将自动启动新的测量, 而错误符号保持在黑色背景中(第 153 页中的图 12 中的 **2**)。按中间按钮以确认符号并查看正在进行的测量(第 153 页中的图 12 中的 **3**)。

错误符号	类型	操作
	仪器错误 (#2、#3、#4、#6、#7、#8)	重新启动仪器。如果错误仍然存在, 请与支持部门联系。参见第 161 页中的“服务和支持联系人”。
	剂量率过高	剂量率超出规范范围。增加与辐射源的距离以降低速率。
	仪器过冷	让仪器加热至 -20°C (-4°F) 以上。
	仪器过热	让仪器冷却至 50°C (122°F) 以下。
	未检测到正确类型的盖子	安装与仪器一起提供的盖子, 或确保盖子安装正确。某些仪器型号需要盖子才能操作。

其他显示符号

符号	类型	含义
	已开始新的测量	经过 24 小时的连续测量后, 仪器会自动存储测量结果并开始新的测量。按下中间按钮对此进行确认, 返回至测量屏幕。
	受损测量	此存储的测量值已损坏, 无法显示。

标签上的符号

有关适用产品符号的完整清单, 请访问: www.flukebiomedical.com/resource/certification-sheets。

符号	含义
	警告 - 危险风险。请查阅用户文档。
	制造商
	产品编号
	序列号
	本产品符合 WEEE 指令标识要求。所贴标签表示您不得将此电气/电子产品丢弃在家庭生活垃圾中。产品类别: 参考 WEEE 指令附件 I 中的设备类型, 该产品被归类为第 9 类“监视和控制仪表”产品。请勿将本产品作为未分类的城市垃圾处理。
	中国 RoHS 限制物质均未超过限制水平。

技术参数

一般

安全标准	符合 IEC 61010-1:2010, 污染等级 2
辐射仪标准	符合 IEC 60846-1:2009, 不含符合 IEC 61326-1:2012 的 EMC 要求和报警音量要求
规格尺寸	250 x 127 x 83 毫米 (9.8 x 5.0 x 3.3 英寸)
重量	0.8 千克 (1.7 磅)
显示屏	240 x 400 像素彩色液晶显示屏, 阳光下可读, 背光
剂量率 (计数率) 报警	30 厘米 (12 英寸) 时 65 分贝 (A)
工作温度	-20 – +50 °C (-4 – +122 °F)
存放温度	-30 – +70 °C (-22 – +158 °F)
电池充电温度	+10 – +40 °C (+50 – +104 °F)
气压	70–107 kPa, 海拔最高 3000 米 (10,000 英尺)
IP 代码	安装盖子、密封完好、无 USB 连接器连接下, 符合 IEC 60529:1989-2013 的 IP64 (防尘和防水) 等级标准
湿度, 无盖子	相对湿度 <90%, 无冷凝
电池续航时间	最高达 100 小时
电池	.内置可充电锂电池 18650 (< 3600 mAh, 3.6 V)
连接器	微型 USB (5 V DC, 1.3 A), 用于通信和充电
安装	手柄上标准 ¼ 英寸三脚架螺纹
数据存储	存储 4000 条测量和 10 天的剂量率日志, 分辨率为 1 秒
软件	RaySafe View (用于远程控制、分析和数据导出)

放射特性

环境剂量当量, $H^*(10)$

范围	0 µSv/h – 1 Sv/h (0 µrem/h – 100 rem/h)	
剂量率分辨率	0.01 µSv/h (1 µrem/h) 或 3 位数	
剂量分辨率	0.1 nSv (0.01 µrem) 或 3 位数	
检测到辐射	γ 和 X 射线 > 10 keV	
线性度, ^{137}Cs	±10%, 扣除背景后	
能量范围	16 keV – 7 MeV	
能源响应 ¹	> 20 µSv/h (2 mrem/h) 和 $T < 30\text{ °C}$ (86 °F)	±25 %, 16 – 20 keV ±15 %, 20 keV – 5 MeV ±25 %, 5 – 7 MeV
	其他情况	±25 %, 16 – 20 keV ±20 %, 20 keV – 1 MeV -25 % – +150 %, 1 – 7 MeV
最小 X 射线脉冲长度 ²	$T < 30\text{ °C}$ (86 °F) 时 5 ms	
最小直线加速器频率 ^{2,3}	$T < 30\text{ °C}$ (86 °F) 时 100 Hz	
剂量率响应时间	约 2 秒检测 0.2 至 2 µSv/h 的步长 (20 至 200 µrem/h)	
IEC 60846-1 能量范围 ⁴	20 keV – 2 MeV, 入射角 ±45°	
IEC 60846-1 剂量率范围 ⁴	1 µSv/h – 1 Sv/h (100 µrem/h – 100 rem/h)	
IEC 60846-1 剂量范围 ⁴	1 µSv – 24 Sv (100 µrem – 2.4 krem), 变异系数 < 3%	
单位	Sv rem (1 rem = 1/100 Sv)	

空气比释动能, K_{air}

范围	0 $\mu\text{Gy/h}$ – 1 Gy/h (0 $\mu\text{R/h}$ – 114 R/h)	
剂量率分辨率	0.01 $\mu\text{Gy/h}$ (1 $\mu\text{R/h}$) 或 3 位数	
剂量分辨率	0.1 nGy , (0.01 μR) 或 3 位数	
检测到辐射	γ 和 X 射线 > 10 keV	
线性度, ^{137}Cs	$\pm 10\%$, 扣除背景后	
能量范围	30 keV – 7 MeV	
能源响应 ¹	> 20 $\mu\text{Gy/h}$ (2.3 mR/h) 且 $T < 30^\circ\text{C}$ (86 $^\circ\text{F}$)	$\pm 15\%$, 30 keV – 5 MeV $\pm 25\%$, 5 – 7 MeV
	其他情况	$\pm 30\%$, 30 keV – 1 MeV –25% – +120%, 1 – 7 MeV
最小 X 射线脉冲长度 ²	$T < 30^\circ\text{C}$ (86 $^\circ\text{F}$) 时 5 ms	
最小直线加速器频率 ^{2,3}	$T < 30^\circ\text{C}$ (86 $^\circ\text{F}$) 时 100 Hz	
剂量率响应时间	约 2 秒检测 0.2 至 2 $\mu\text{Gy/h}$ 的步长 (23 至 230 $\mu\text{R/h}$)	
单位	Gy rad (1 rad = 1/100 Gy) R (1 R = 1/114.1 Gy)	

平均光能量, $\bar{E}$

范围	20 keV – 600 keV
不确定性	在 <100 keV 时为 10%, 其他情况时为 20%
定义标准	ISO 4037-1:2019
最低剂量率 ⁵	20 $\mu\text{Sv/h}$ (2 mrem/h) 或 20 $\mu\text{Gy/h}$ (2.3 mR/h), 在 $T < 30^\circ\text{C}$ (86 $^\circ\text{F}$) 下

计数器 (α , β , γ)

检测器类型	Geiger-Müller pancake		
窗口	云母, 1.5-2 mg/cm^2		
敏感区域	15.55 cm^2 , 79% 开口钢格后面		
检测到辐射	$\alpha > 3.5$ MeV $\beta > 40$ keV γ 和 X 射线 > 5 keV		
范围	0 cps – 20 kcps (0 cpm – 1.2 Mcpm)		
剂量率分辨率	0.1 cps (1 cpm) 或 3 位数		
计数器分辨率	1 计数或 3 位数		
死区时间校正	自动, 线性度在 -10% – + 30%		
0.1 $\mu\text{Sv/h}$ 下的典型背景	0.5 cps (30 cpm)		
典型伽玛灵敏度, ^{137}Cs	6 cps / $\mu\text{Gy/h}$ (3000 cpm / mR/h)		
剂量率响应时间	约 2 秒检测 1 到 10 cps 的步长 (60 至 600 cpm)		
单位	cps cpm (1 cpm = 1/60 cps)		
2π 发射灵敏度 ⁶	放射性核素	衰变 (E_{max})	典型效率
	^{14}C	β^- (0.16 MeV)	15 %
	^{60}Co	β^- (0.32 MeV)	31 %
	^{36}Cl	β^- (0.71 MeV)	43 %
	^{90}Sr / ^{90}Y	β^- (0.55 / 2.28 MeV)	49 %
	^{239}Pu	α (5.16 MeV)	26 %
	^{241}Am	α (5.49 MeV)	26 %

脚注

1. 该仪器在低剂量率下使用 Geiger-muller pancake, 并在更高剂量率下使用一组固态传感器。
温度高于 30 °C (86 °F) 时, 固态传感器啮合情况下的剂量率会随温度逐渐升高。
2. 这是响应在连续辐射响应的 $\pm 20\%$ 范围内时的极限。高于 30 °C (86 °F) 时, 仪器处理低直线加速器脉冲剂量率和短 X 射线脉冲的能力随着温度的升高而逐渐下降。
3. 参考典型医用直线加速器的微波脉冲重复频率。每脉冲的典型持续时间为几 μs 。
4. 仪器满足 IEC 60846-1:2009 的范围。
5. 温度高于 30 °C (86 °F) 时, 最小剂量率会随着温度的升高而逐渐增加。
6. 根据 ISO 8769:2010, 在仪器外壳 (无盖) 距广域 2 类源之间 3 毫米的条件下进行测量。

传感器位置

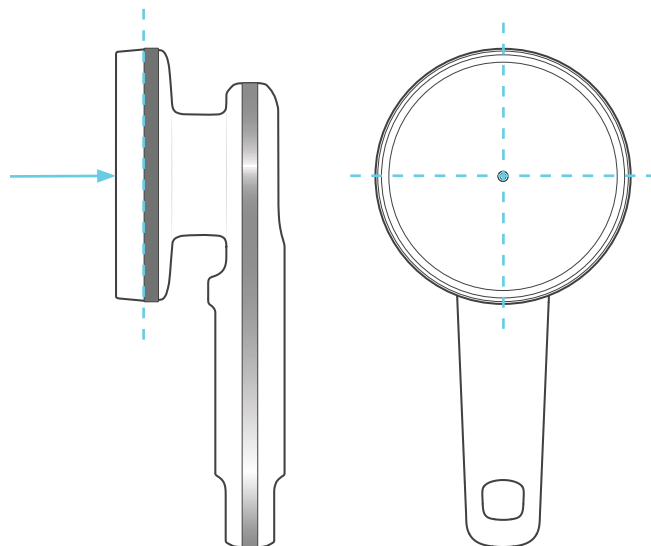
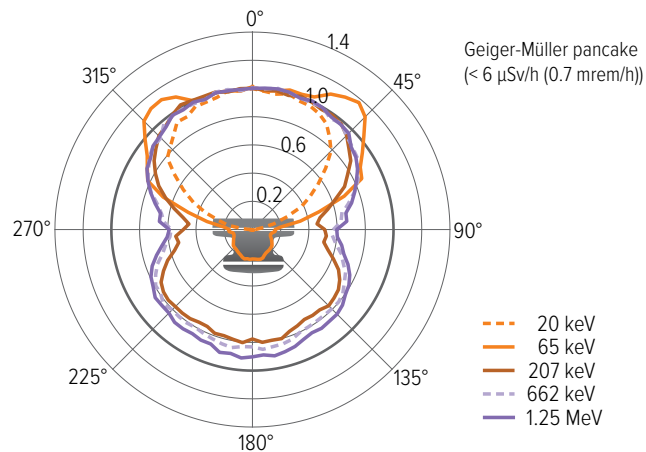
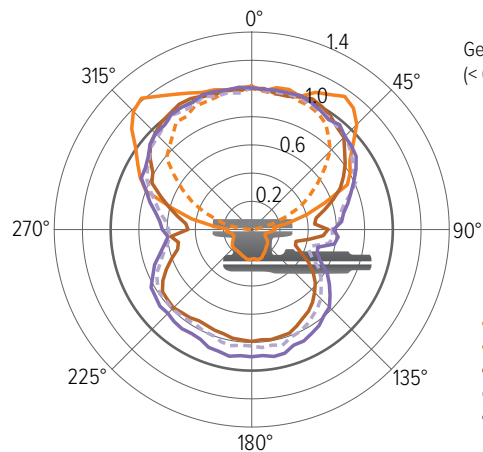
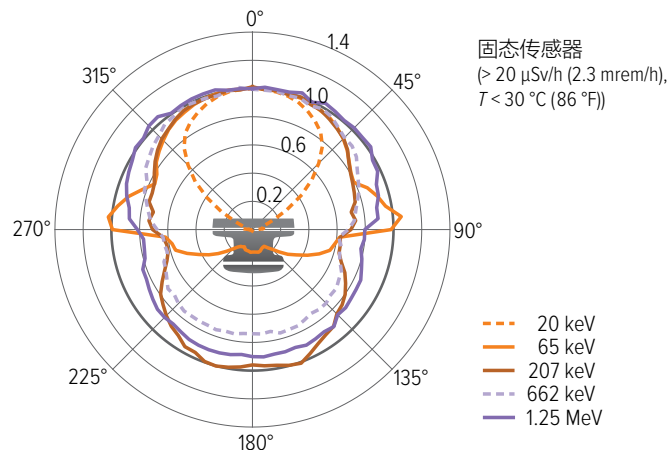
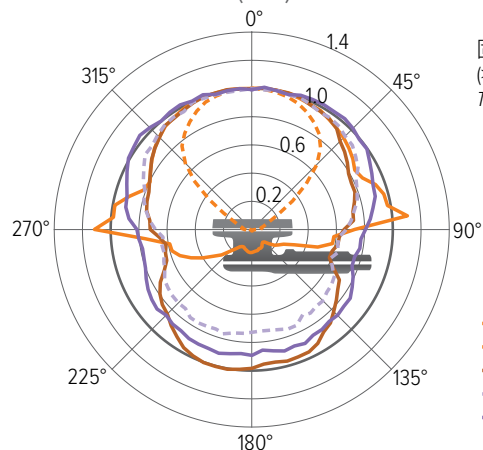
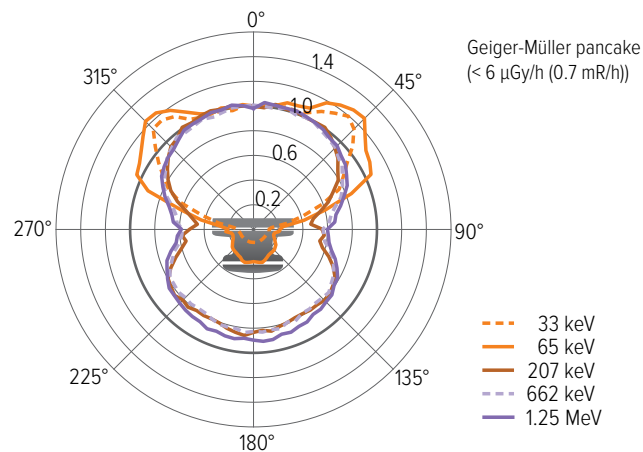
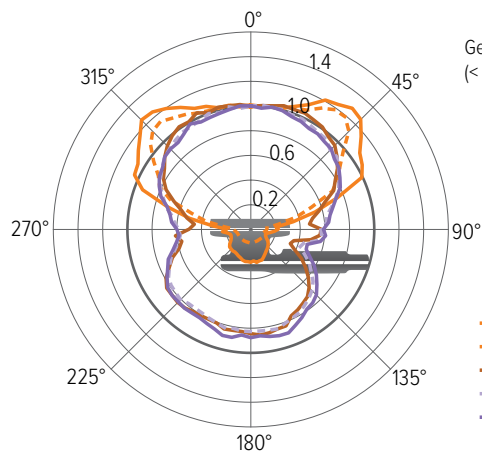
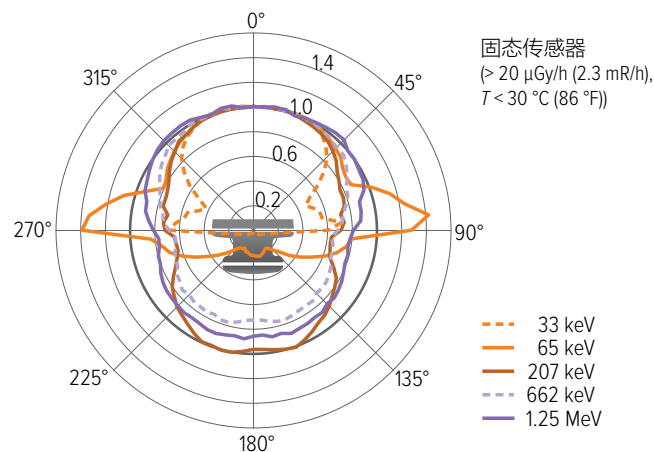
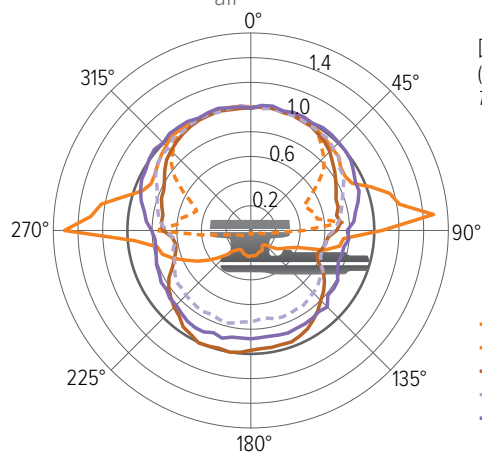
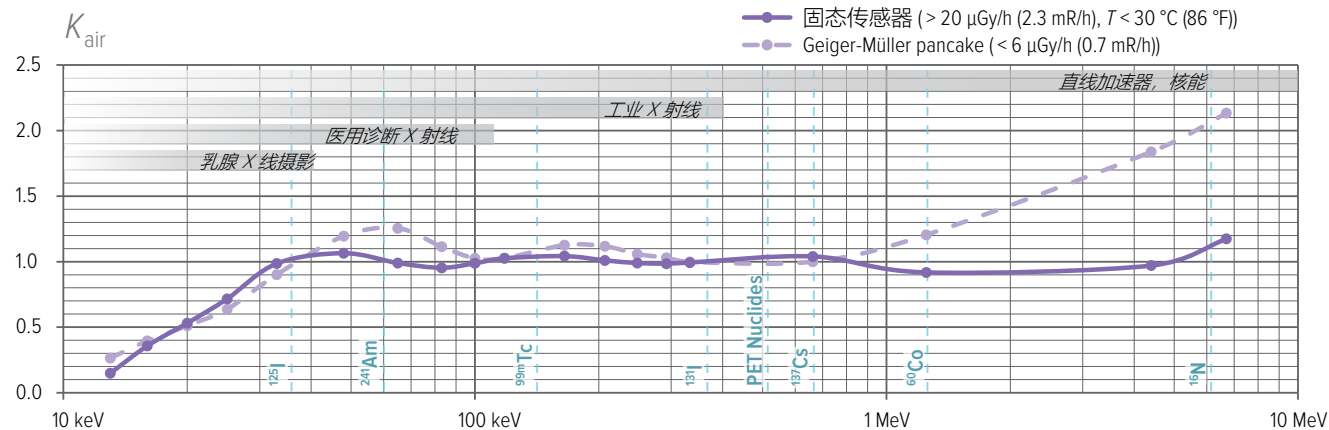
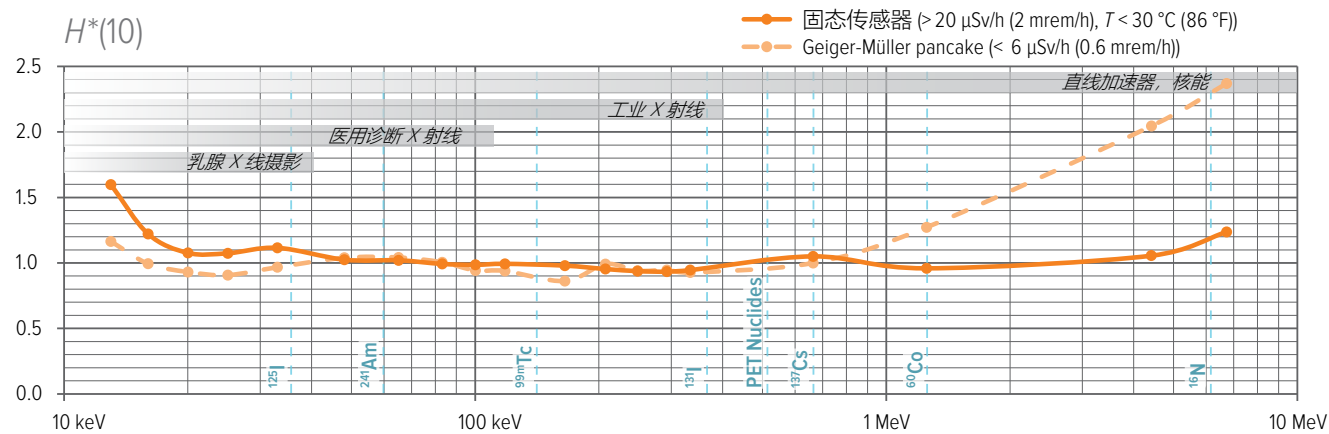


图 13. 传感器参考方向、参考平面和参考点。

角度响应 – $H^*(10)$ 

角度响应 – K_{air} 

典型的能量响应



软件许可证

有关 FreeRTOS 许可证信息, 请参阅 www.flukebiomedical.com 上的 RaySafe 452 产品页面。

保修

Fluke Biomedical 保证本仪器在原始购买之日起一年内不会出现材料和工艺上的缺陷, 或者如果在第一年结束时将仪器发送到 Fluke Biomedical 或 RaySafe 服务中心进行校准, 则保修期为两年。对于此类校准, 我们将收取惯常费用。在保修期内, 如果您将产品退回至 Fluke Biomedical 并预付运费, 我们将自行决定免费维修或免费更换证明有缺陷的产品。本保修仅适用于原买方, 不可转让。如果产品因意外或误用而损坏, 或者由授权的 Fluke Biomedical 服务机构以外的任何人进行维修或修改, 则不适用保修。我们未明示或暗示任何其他保证 (例如针对特定用途的适用性)。FLUKE 对因任何原因或理论引起的任何特殊、间接、偶发或后续损害或损失 (包括数据丢失) 概不负责。

此保修仅适用于带有不同序列号标签的序列化产品及其附件。仪器的重新校准不在保修范围内。

本担保赋予您特定的法律权利, 您可能还拥有因不同的司法管辖区而异的其他权利。由于某些司法管辖区不允许排除或限制默示保证或附带或间接损害, 因此这种责任限制可能不适用于您。如果本保证的任何条款被法院或具有管辖权的其他决策者判定为无效或不可执行, 此判定不影响任何其他条款的有效性或可执行性。

服务和支持联系人

有关服务和支持的信息, 请参阅 www.flukebiomedical.com 上的 RaySafe 452 产品页面。

制造单位:

Fluke Biomedical
6920 Seaway Blvd.
Everett, WA
美国