4P

f1.

Die Konzentration von gelöstem ^{137}Cs in Fließgewässern und die Leitfähigkeit lassen sich mit einem linearen Zusammenhang annähernd beschreiben. Es liegen 2 Meßwerte vor:

Leitfähigkeit [µS]	Konz. [Bq/m³]
50	7
230	1,5

(a) Welche Maximalkonzentration von ^{137}Cs ist in Fließgewässern zu erwarten

(b) Wie groß muß die Leitfähigkeit sein, um ^{137}Cs vollständig aus dem Wasser zu verdrängen?

Antwort

a)

b)

6P

f2:

Das radioaktive Kohlenstoffisotop ^{14}C wird zur Altersbestimmung von Fossilien verwendet. Dazu wird das Verhältnis v/v_0 des Gehaltes an ^{14}C und ^{12}C im Fossil bestimmt. Ist v_0 das entsprechende Verhältnis in der Atmosphäre, so erhält man eine Abschätzung für das Alter t aus der Formel

$$\frac{v}{v_0} = e^{-\lambda t}$$ (Die Halbwertszeit von ^{14}C liegt bei 5730 Jahren).

Wie alt ist ein Fossil (in Jahren), wenn das Verhältnis $v/v_0 = 0{,}2$ ist?

Antwort

8P

f3:

Differenzieren Sie die Funktionen:

a) $F_{(r)} = k\ 1/r^2$

b) $y = x^2 \cos(x)$

c) $A_{(t)} = A_{(0)} e^{-\lambda t}$

Antwort

6P

f4:

Es sei v die Geschwindigkeit eines Vogels in der Luft, W sein Gewicht, ρ die Dichte der Luft, und A und S Konstanten, die von der Form und Größe des Vogels abhängen. Pennycuick (1969) hat folgenden Zusammenhang zwischen Leistung des Vogels und den erwähnten Größen gefunden: $P = \frac{W^2}{2\rho S v} + \frac{1}{2}\rho A v^3$

Für welche Geschwindigkeit v ist nun die Leistung ein Minimum ?

Antwort:

8P

f5:

Die Konzentration C eines Schadstoffes im Boden beträgt an der Oberfläche $C_{(0)}$ = 5 mg/cm³. Die Konzentration nimmt exponentiell mit der Tiefe z ab nach der Gleichung:

$$C_{(z)} = C_{(0)} e^{-kz} \; ; \; k = 0{,}138 \; [\mathrm{cm}^{-1}] \text{ ab.}$$

Berechnen Sie die Gesamtmenge des Schadstoffes auf einem Quadratmeter Bodenoberfläche mittels Lösung des Integrals:

$$\int_0^\infty C_{(z)} dz$$

Welche physikalische Dimension hat die Lösung ?

Antwort

6P

f1.

Die Anlagerung von Schadstoffen an Partikel ist in vielen Fällen ein Oberflächeneffekt. Z. B. können Tonpartikel, die eine große spezifische Oberfläche [m²/kg] aufweisen, viel an Radionukliden binden.

Wie hängt bei Annahme einer kugelförmigen Partikelform und bei einer Dichte ρ = 1 g/cm³ die spezifische Oberfläche in [m²/kg] von der Partikelgröße (Radius oder Durchmesser) ab?

Mit welcher Funktion kann sie beschrieben werden ?

Zeichnen sie die Funktion für ρ = 1 kg/dm³.

Antwort

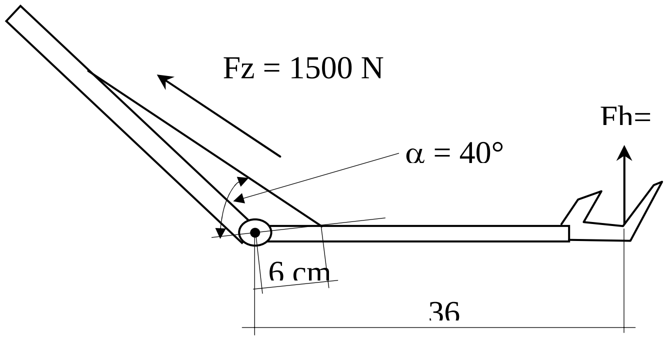
4P

f2:

Die Skizze veranschaulicht die Kräfteverhältnisse, wie sie etwa beim Heben einer Last mit der Hand auftreten. Die Zugkraft am Muskel, der am Unterarm unter einem Winkel von 40° angreift, beträgt 1500 N.

Wie groß ist die wirksame Hebekraft Fh auf der Hand in 6 cm Entfernung vom Drehpunkt? Kann damit eine Masse von 10 kg gehoben werden ?

Antwort



6P

f3:

Derzeit gibt es ca. 6,5 Mrd. Menschen auf dem Raumschiff Erde. Die Geburtenrate weltweit beträgt etwa 2%. Angenommen diese Rate bliebe konstant und es gäbe keine Todesfälle mehr: (lineare Differentialgleichung)

a) Leiten Sie die Gleichung für das Wachstum als Funktion der Zeit her.

b) In wieviel Jahren würde sich die Bevölkerung der Erde verdoppelt haben?

Antwort

a)

b)

8P

f4:

In der Mitte über einer kreisrunden Tischplatte vom Radius r = 1 m hängt eine punktförmige Lichtquelle der Lichtstärke I. Berechnen Sie, in welcher Höhe h über der Tischplatte sie hängen muß, damit die Beleuchtungsstärke E am Tischrand einen maximalen Wert annimmt ($E = I\cos\varphi/l^2$, l = Abstand zwischen Lichtquelle und Tischrand).

Antworten

8P

f5:

Die Flußrate f(l/s) (Liter/sec) der ein-, bzw. ausgeatmeten Luft in der Lunge (Einatmungszeit = Ausatmungszeit = 2,5 sec) ist durch die Funktion $f(t) = 0{,}5 \sin(0{,}4\,\pi\, t)$ gegeben.

a) Berechnen Sie das eingeatmete Volumen V

$V(t) = \int_o^t f(t)dt$ als Funktion der Zeit (Flächenintegral).

b) Wie groß ist das eingeatmete Volumen V(t) am Ende der Einatmungszeit?

c) Wie groß ist das gesamte Volumen der eingeatmeten Luft während eines Atemzyklus (Zykluszeit = 5 s) (Intergration von V(t)).

Antworten

4P

f1.

Die Menge einer Substanz Q in einem Behälter steigt linear mit der Zeit t an. Sie beträgt 88,3 mg zum Zeitpunkt t_1 = 14 s und 89,6 mg zum Zeitpunkt t_2 = 39 s. Berechnen Sie die Anstiegsrate der Substanzmenge im Behälter ($\Delta Q/\Delta t$), bzw. stellen Sie die dazugehörige linear Funktion Q = Q(t) auf .

Antwort

6P

f2:

Die Intensität der Tagelichtes I(t) nimmt mit zunehmender Wassertiefe t entsprechend der Beziehung $I(t) = I(0) \exp(-\mu t)$ ab, mit einem Absorptionskoeffizienten $\mu = 1{,}4\ m^{-1}$.

(a) Wieviel Licht (in Prozent) ist noch in einer Tiefe von 5 m vorhanden?

(b) In welcher Wassertiefe hat die Lichtintensität noch 1% des Wertes an der Oberfläche?

Antwort

4P

f3:

Ein Körper mit dem Gewicht F = 70 kg liegt auf einer schiefen Ebene mit dem Neigungswinkel $\alpha = 20^o$.
(a) Wie groß sind die Kräfte auf parallel und senkrecht zur schiefen Ebene?
(b) Wie groß darf der Neigungswinkel der schiefen Ebene sein, wenn Reibungskraft mindestens die Hälfte der Kraft F sein muß, um den Körper am Rutschen zu hindern?

Antwort

10P

f4:

In einen Raum mit 100m² Oberfläche und 60m³ Volumen dringt konstant über Diffusion Radon-222 mit einer Eindringrate von 1 Bq/(m².h) ein, gleichzeitig zerfällt Radon-222 mit einer Halbwertszeit von 3,825 Tagen. Die Differentialgleichung für die Änderung der Aktivitätskozentration im Raum, bei Vernachlässigung des Einflusses durch Lüftung, lautet daher:

$$\frac{dA}{dt} = \phi.F - \lambda.A$$

A	Aktivitätsmenge in Bq
ϕ	Eindringrate pro Fläche. = 1 Bq/(m².h)
F	Exhalierende Fläche, 100m²
λ	Zerfallskonstante des Radon. $\lambda = \ln(2)/t_{1/2}$; $t_{1/2}$ = 3.825 Tage

Gesucht sind a) Gleichung für die Aktivitätsmenge als Funktion der Zeit
b) Wie hoch ist die Maximalkonzentration im Raum

Antwort:
a)

b)

6P

f5:

Eine chemische Reaktion verläuft nach der zeitlichen Funktion

$$C_{(t)} = K.(t-2)^2 + C_m.t$$

wobei $C_{(t)}$ die momentane Konzentration, K und C_m jeweils Konstanten sind. Zu welcher Zeit t erreicht die Konzentration ihren niedrigsten (höchsten ?) Wert?

Antwort(en)