

環境計量に関する基礎知識（物理）

注意事項

- 1 解答時間は、1時間10分である。
- 2 答案用紙の所定の欄に、氏名、生年月日及び受験番号を楷書体で正確に記入し、生年月日及び受験番号については、その下のマーク欄にもマークすること。
- 3 問題は25問で、全問必須である。
- 4 出題の形式は、五肢択一方式である（各問に対して五つの選択肢が用意されており、その中から一つの解答を選ぶ方法）。
- 5 マークの記入については、答案用紙の記入例を参照すること。
- 6 採点は機械による読み取りで行う。解答の記入にあたっては、次の点に十分注意すること。
 - (1) 解答は、各問の番号に対応するマーク欄に一か所のみマークすること。
 - (2) 筆記用具はHBの黒鉛筆または黒シャープペンシルを用い、マーク欄の枠内を塗りつぶすこと。
※万年筆、黒以外の色の鉛筆、色の薄い鉛筆、ボールペン、サインペン等によるマークは、機械による読み取りができないので使用しないこと。
 - (3) 解答を修正する場合は、消しゴムできれいに消して、消しくずを残さないようにすること。
 - (4) 答案用紙は汚したり、折り曲げたりしないこと。
- 7 黒板に記載の注意事項を必ず確認すること。

以上の注意事項及び試験監督員からの指示事項が守られない場合は、採点されないことがある。

指示があるまで開かないこと。

受験番号	氏名

問1 環境基本法に関する次の記述の中から、正しいものを一つ選べ。

- 1 国民は、基本理念にのっとり、環境の保全上の支障を防止するため、自発的に行う緑化活動、再生資源に係る回収活動その他の環境の保全に関する活動を行う責務を有する。
- 2 国民は、基本理念にのっとり、環境の保全に自ら努めるとともに、事業者が実施する環境の保全に関する事業に協力する責務を有する。
- 3 政府は、大気汚染、水質汚濁、騒音及び振動に係る環境上の条件について、それぞれ、人の健康を保護し、及び生活環境を保全する上で維持されることが望ましい基準を定めるものとする。
- 4 政府は、環境の保全に関する施策を実施するため必要な法制上又は財政上の措置その他の措置を講じなければならない。
- 5 市町村長は、現に公害が著しく、かつ、公害の防止に関する施策を総合的に講じなければ公害の防止を図ることが著しく困難であると認められる地域について、環境基本計画を基本として、当該地域において実施する公害の防止に関する施策に係る計画（「公害防止計画」という。）を作成することができる。

問2 騒音規制法の規制基準の設定に関する次の記述の（ア）～（ウ）に入る語句の組合せとして、正しいものを一つ選べ。

第4条 都道府県知事は、前条第1項の規定（住居が集合している地域、病院又は学校の周辺の地域その他の騒音を防止することにより住民の生活環境を保全する必要があると認める地域を、特定工場等において発生する騒音及び特定建設作業に伴って発生する騒音について規制する地域として指定しなければならない）により地域を指定するときは、環境大臣が特定工場等において発生する騒音について規制する必要の程度に応じて（ア）の区分及び区域の区分ごとに定める基準の範囲内において、当該地域について、これらの区分に対応する時間及び区域の区分ごとの規制基準を定めなければならない。

- 2 町村は、前条第1項の規定により指定された地域（以下「指定地域」という。）の全部又は一部について、当該地域の（イ）に特別の事情があるため、前項の規定により定められた規制基準によつては当該地域の住民の生活環境を保全することが十分でないと認めるときは、条例で、環境大臣の定める範囲内において、同項の規制基準に代えて適用すべき規制基準を定めることができる。
- 3 前条第3項の規定（地域を指定するときは、環境省令で定めるところにより、公示しなければならない）は、第1項の規定による規制基準の設定並びにその（ウ）について準用する。

	(ア)	(イ)	(ウ)
1	昼間、夜間その他の時間	自然的、社会的条件	変更及び廃止
2	特定施設、特定建設作業	社会的、経済的条件	勧告又は命令
3	昼間、夜間その他の時間	社会的、経済的条件	変更及び廃止
4	特定施設、特定建設作業	自然的、社会的条件	変更及び廃止
5	昼間、夜間その他の時間	社会的、経済的条件	勧告又は命令

問3 騒音規制法第14条の特定建設作業の実施の届出に関して、指定地域内において特定建設作業を伴う建設工事を施工しようとする者が、市町村長に届け出なければならない事項として、次のア～オの記述のうち正しいものはいくつあるか、次の1～5の中から一つ選べ。ただし、災害その他非常の事態の発生により特定建設作業を緊急に行う必要がある場合を除く。

- ア 氏名又は名称及び住所並びに法人にあつては、その代表者の住所
- イ 建設工事に目的に係る施設又は工作物の能力ごとの数
- ウ 特定建設作業の場所及び実施の期間
- エ 騒音の測定の方法
- オ その他環境基本法で定める事項

- 1 1個
- 2 2個
- 3 3個
- 4 4個
- 5 5個

問4 振動規制法第1条の目的に関する次の記述の（ア）～（オ）に入る語句として、誤っているものを一つ選べ。

（目的）

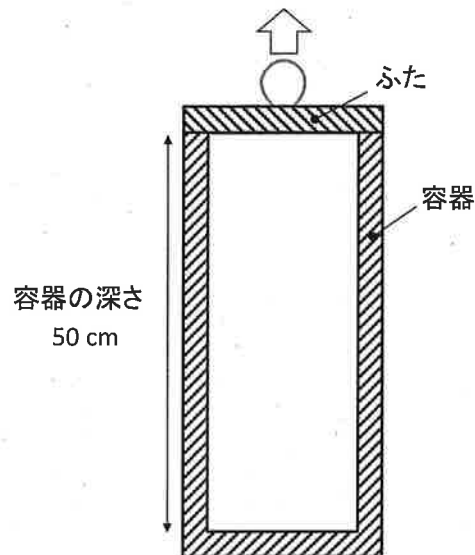
第一条 この法律は、工場及び事業場における（ア）に伴つて発生する（イ）について必要な規制を行うとともに、道路交通振動に係る（ウ）を定めること等により、（エ）し、（オ）に資することを目的とする。

- 1 （ア）事業活動並びに建設工事
- 2 （イ）相当範囲にわたる振動
- 3 （ウ）許容限度
- 4 （エ）生活環境を保全
- 5 （オ）国民の健康の保護

問5 振動規制法に関する次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

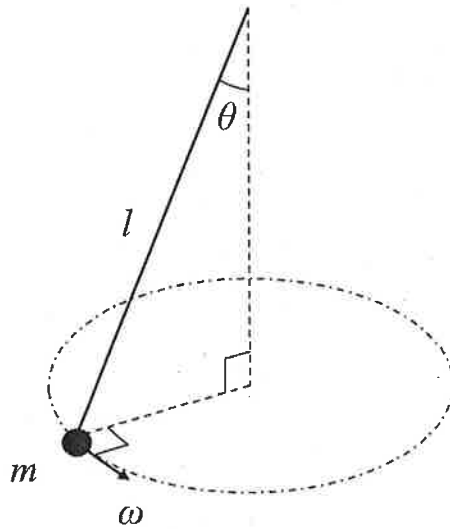
- 1 市町村長は、指定地域内に設置されている特定工場等において発生する振動が規制基準に適合しないことによりその特定工場等の周辺的生活環境が損なわれていると認めるときは、当該特定工場等を設置している者に対し、期限を定めて、その事態を除去するために必要な限度において、振動の防止の方法を改善し、又は特定施設の使用の方法若しくは配置を変更すべきことを勧告することができる。
- 2 市町村長は、指定地域内に設置されている特定工場等において発生する振動が規制基準に適合しないことによりその特定工場等の周辺的生活環境が損なわれていると認められ改善勧告を受けた者がその勧告に従わないときは、期限を定めて、その勧告に従うべきことを命ずることができる。
- 3 市町村長は、届け出られた特定施設の設置の届出に係る特定工場等において発生する振動が規制基準に適合しないことによりその特定工場等の周辺的生活環境が損なわれると認められ計画変更勧告を受けた者がその勧告に従わないで特定施設を設置しているときは、期限を定めて、その勧告に従うべきことを命ずることができる。
- 4 指定地域となつた際現にその地域内において事業場に特定施設を設置している者が法令に従い特定施設の設置の届出をした特定工場等については、当該地域が指定地域となつた日から3年間（当該施設が政令で定める施設である場合にあっては、4年間）は、振動規制法第12条（改善勧告及び改善命令）第1項及び第2項の規定を適用しない。ただし、当該地域が指定地域となつた際にその者に適用されている地方公共団体の条例の規定に同法第12条第1項の規定に相当するものがあるとき、及びその者が同法第8条（特定施設の変更等の届出）第1項の規定による届出をした場合において当該届出が受理された日から30日を経過したときは、この限りでない。
- 5 市町村長は、指定地域の外に設置されている特定工場等において発生する振動が規制基準に適合しないことによりその特定工場等の周辺的生活環境が損なわれていると認め改善勧告をする場合、その者の事業活動の遂行に著しい支障を生ずることのないよう当該勧告の内容について配慮することができる。

問6 図のような深さ50 cm、開口部の面積が 100 cm^2 の容器がある。内部が真空になっているとき、ふたを上向きに開ける。このときに必要な力として最も近いものを下記の中から一つ選べ。ただし、容器外部の気圧は $1.0 \times 10^5\text{ Pa}$ 、容器とふたの厚みおよびふたの質量は無視できるものとする。



- 1 $1.0 \times 10^3\text{ N}$
- 2 $2.0 \times 10^3\text{ N}$
- 3 $3.0 \times 10^3\text{ N}$
- 4 $4.0 \times 10^3\text{ N}$
- 5 $5.0 \times 10^3\text{ N}$

問7 長さ l の糸の一端を固定し、他端に質量 m のおもりを取り付けた。図のように、おもりを糸の角度が鉛直方向と θ となる位置まで糸がたるまないように持ち上げた後、水平面内の矢印の向きに力を加えた。すると、おもりは角度 θ を保ったまま、角速度 ω で等速円運動をはじめた。このとき ω として正しいものを下記の中から一つ選べ。ただし、重力加速度の大きさを g とし、糸の質量および空気の抵抗は無視できるものとする。



1 $\omega = \frac{mg}{l \cos \theta}$

2 $\omega = \frac{mg}{l \sin \theta}$

3 $\omega = \sqrt{\frac{mg}{l \cos \theta}}$

4 $\omega = \sqrt{\frac{g}{l \cos \theta}}$

5 $\omega = \sqrt{\frac{g}{l \sin \theta}}$

問8 高さ19.6 mから自由落下したボールが、水平な床面に衝突し跳ね上がった。そのときの最大高さは4.9 mであった。このボールと床との衝突の反発係数はいくらか。最も近いものを次の中から一つ選べ。

- 1 0.3
- 2 0.4
- 3 0.5
- 4 0.6
- 5 0.7

問9 キログラム原器は白金とイリジウムの合金で作られた円柱形の物体である。
直径と高さは共に3.9 cmであるとき、合金の密度はいくらか。最も近いものを
次の中から一つ選べ。ただし、 $3.9^2 \approx 15$ 、 $3.9^3 \approx 60$ としてよい。

1 $\frac{100}{3\pi} \text{ g/cm}^3$

2 $\frac{160}{3\pi} \text{ g/cm}^3$

3 $\frac{200}{3\pi} \text{ g/cm}^3$

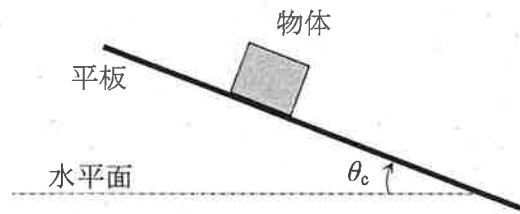
4 $\frac{250}{3\pi} \text{ g/cm}^3$

5 $\frac{280}{3\pi} \text{ g/cm}^3$

問10 長さ5.0 m、断面0.10 m × 0.10 mの直方体の形状をした木材の棒がある。その棒を水平な固い床に鉛直に立て、 1.0×10^3 kgの重りをのせた。棒はどのくらい縮むか。最も近いものを次の中から一つ選べ。ただし重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 、この木材のヤング率を $1.2 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$ とする。

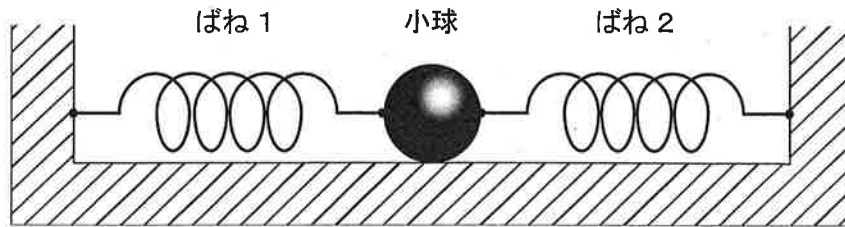
- 1 0.04 mm
- 2 0.4 mm
- 3 4 mm
- 4 4 cm
- 5 40 cm

問11 図のように、物体をのせた平板をゆっくり傾けて行ったところ、傾斜角が θ_c となったときに物体が滑りはじめた。その傾斜角 θ_c で平板を固定し、その後の物体の運動を観察した。この実験に関する記述として、誤っているものを下記の中から一つ選べ。ただし、重力加速度の大きさを g 、物体と平板との間の静止摩擦係数を μ 、動摩擦係数を μ' とし、空気抵抗は無視する。また、斜面は十分長いものとする。



- 1 $\mu = \tan \theta_c$ である。
- 2 $\mu' < \mu$ である。
- 3 滑りはじめた直後の物体の加速度は $(\mu - \mu')g \cos \theta_c$ である。
- 4 十分な時間がたつと、物体は等速度（終端速度）で運動する。
- 5 この実験を月面で行っても、物体が滑りはじめる角度 θ_c は同じである。

問12 なめらかな水平面上に質量 m の小球が、少し伸びた状態のばね1とばね2を介し、図のように堅固な壁につながれ静止している。2つのばねのばね定数はそれぞれ k_1 、 k_2 である。この小球を、2つのばねに沿った一直線上で少しだけ移動させ放したところ振動をはじめた。その振動数はいくらか。正しいものを下記の中から一つ選べ。



- 1 $\sqrt{\frac{m}{k_1 + k_2}}$
- 2 $\sqrt{\frac{k_1 + k_2}{m}}$
- 3 $\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{m}{k_1 + k_2}}$
- 4 $\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{|k_1 - k_2|}{m}}$
- 5 $\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k_1 + k_2}{m}}$

問13 振動数が f の音源と観測者および反射板がこの順序で一直線上に並んでいる。音源と観測者が静止し、反射板が一定の速さ u で観測者に近づいている。観測者が反射板からの音を観測するとき、その振動数 f_c はどのように表されるか。正しいものを次の中から一つ選べ。ただし、音源から観測者に直接伝わる音は考えないとし、音の速さを V とする。

1 $f_c = \frac{V}{u} f$

2 $f_c = \frac{V+u}{V-u} f$

3 $f_c = \frac{V-u}{V+u} f$

4 $f_c = \frac{V}{V-u} f$

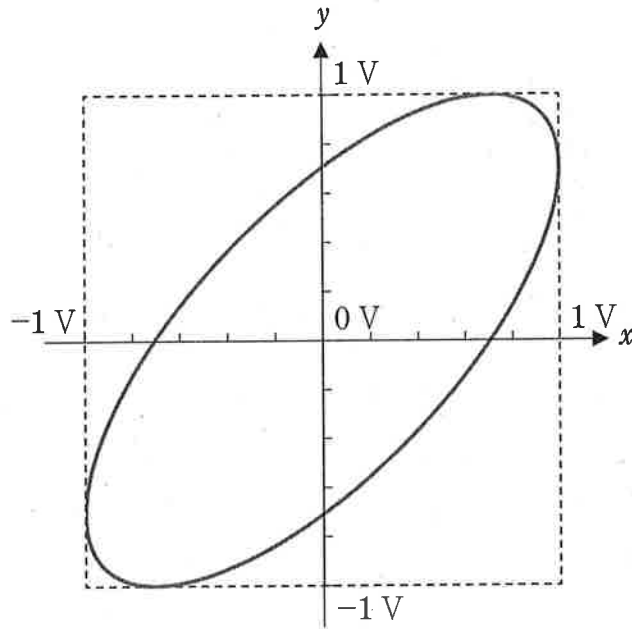
5 $f_c = \frac{V-u}{V} f$

問14 時間 t の関数で表される交流電圧信号

$$x = a \cos(\omega_1 t + \varphi_1),$$

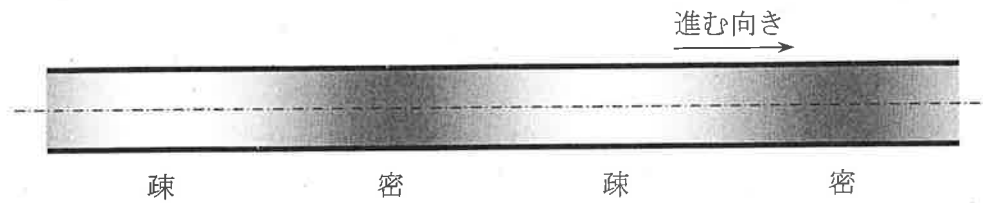
$$y = b \cos(\omega_2 t + \varphi_2)$$

がある。この信号 x 、 y をオシロスコープの横軸、縦軸にそれぞれ入力したところ、下に示すリサージュ図形が得られた。このとき正しいものを下記の中から一つ選べ。



- 1 $\omega_1 = \omega_2$ である
- 2 $\omega_1 = 2\omega_2$ である
- 3 $a > b$ である
- 4 $a < b$ である
- 5 $\varphi_1 = \varphi_2$ である

問15 図のように管内を伝播する単一周波数の縦波（疎密波）の進行波を考える。
この波について、誤っているものを下記の中から一つ選べ。



- 1 変位が0になる瞬間の媒質の加速度は0である。
- 2 媒質の1周期の平均速度は0である。
- 3 振幅はどの点も等しい。
- 4 媒質が最も密になるときその速度は最大となる。
- 5 媒質が最も疎になるときその速度は0になる。

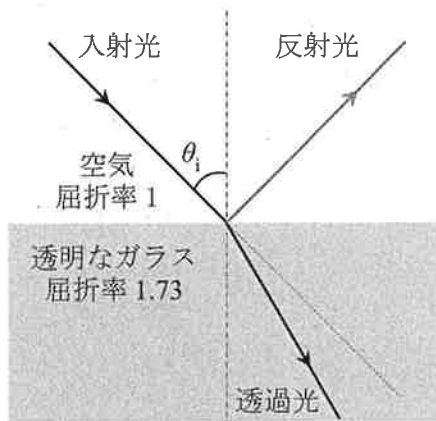
問16 1 cmあたり2500本の溝が刻まれた回折格子がある。この回折格子に単色光を垂直に入射したところ、一次の回折光である明線を回折角 9° で観測した。このとき、入射した光の波長として最も近いものを次の中から一つ選べ。ただし、 $\sin \theta \doteq \theta$ としてよい。

- 1 200 nm
- 2 314 nm
- 3 400 nm
- 4 628 nm
- 5 1256 nm

問17 波長 λ の単色光を、半径 R の丸い穴が空いた不透明な板に垂直に入射させた。板から1 m離れた場所に、入射光に垂直にスクリーンを置いたとき、回折によりスクリーン上に同心円状の明暗のパターンが生じた。暗い円環の最小の回折角は $0.6 \lambda/R$ (rad) で与えられる。 $R=1 \times 10^{-4}$ m、 $\lambda=6 \times 10^{-7}$ mのとき、この暗い円環の直径はいくらか。最も近いものを次の中から一つ選べ。

- 1 4 mm
- 2 7 mm
- 3 40 mm
- 4 70 mm
- 5 400 mm

問18 図のように、透明なガラスに光線を入射させたところ、ガラス表面で反射光と透過光に分かれた。このとき、反射光と透過光の間の角度が直角になるのは、入射角 θ_i がおよそ何度か。最も近いものを下記の中から一つ選べ。ただし、空気の屈折率を1、このガラスの屈折率を1.73とする。



- 1 15°
- 2 30°
- 3 45°
- 4 60°
- 5 75°

問19 容積 $V(\text{m}^3)$ 、質量 $M(\text{kg})$ の気球に空気を充填し、その空気を加熱して気球を浮上させる。気球の内外の圧力は等しく $P_0(\text{Pa})$ 、気球の外の空気の温度と密度をそれぞれ $T_0(\text{K})$ 、 $\rho_0(\text{kg}/\text{m}^3)$ としたとき、次の記述の□(ア)～□(ウ)に入る式の組み合わせとして正しいものを下記の中から一つ選べ。ただし重力加速度の大きさを $g(\text{m}/\text{s}^2)$ とする。

気体内部の空気を加熱し、温度を $T_0(\text{K})$ から $T_1(\text{K})$ へ上昇させた。このとき気球内部の空気の密度 $\rho_1(\text{kg}/\text{m}^3)$ は、□(ア)と表せる。気球に働く浮力は□(イ)であり、気球が浮上するためには、この浮力の大きさが気球全体に働く重力よりも大きくなればよい。この条件から、浮上に必要な気球内部の温度の条件□(ウ)を得る。

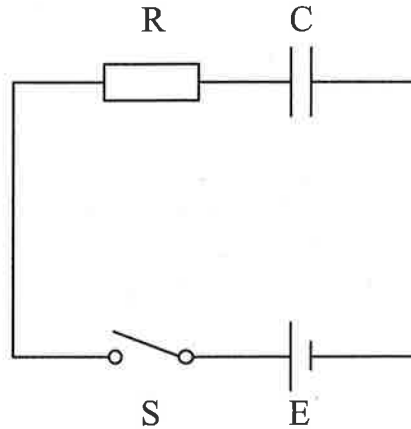
	(ア)	(イ)	(ウ)
1	$\rho_1 = \frac{T_1}{T_0} \rho_0$	$(1 - \frac{T_1}{T_0}) \rho_0 V g$	$T_1 > \frac{2\rho_0 V - M}{\rho_0 V} T_0$
2	$\rho_1 = \frac{T_1}{T_0} \rho_0$	$\rho_0 V g$	$T_1 > \frac{\rho_0 V - M}{\rho_0 V} T_0$
3	$\rho_1 = \frac{T_0}{T_1} \rho_0$	$(1 - \frac{T_1}{T_0}) \rho_0 V g$	$T_1 > \frac{2\rho_0 V}{\rho_0 V - M} T_0$
4	$\rho_1 = \frac{T_0}{T_1} \rho_0$	$\rho_0 V g$	$T_1 > \frac{\rho_0 V}{\rho_0 V + M} T_0$
5	$\rho_1 = \frac{T_0}{T_1} \rho_0$	$\rho_0 V g$	$T_1 > \frac{\rho_0 V}{\rho_0 V - M} T_0$

問20 金で作った球と同じ熱容量をもつ球を、アルミニウムで作りたい。半径は金の場合のおよそ何倍になるか。最も近いものを下記の中から一つ選べ。ただし、金およびアルミニウムの密度と比熱容量は、下表の通りとする。

	密度 (g/cm ³)	比熱容量 (J/(g K))
金	19	0.13
アルミニウム	2.7	0.90

- 1 0.27倍
- 2 0.52倍
- 3 1.0倍
- 4 1.9倍
- 5 3.7倍

問21 図のような、抵抗 $10\ \Omega$ の抵抗器R、初期電荷をもたない静電容量 $4.0\ \mu\text{F}$ のキャパシタC、起電力 $5\ \text{V}$ の直流電源E、およびスイッチSからなる回路がある。スイッチSを閉じてから十分な時間がたち、Cの充電が完了するまでにRで発生したジュール熱はいくらか。最も近いものを下記の中から一つ選べ。ただし、R以外ではジュール熱は発生しないとする。

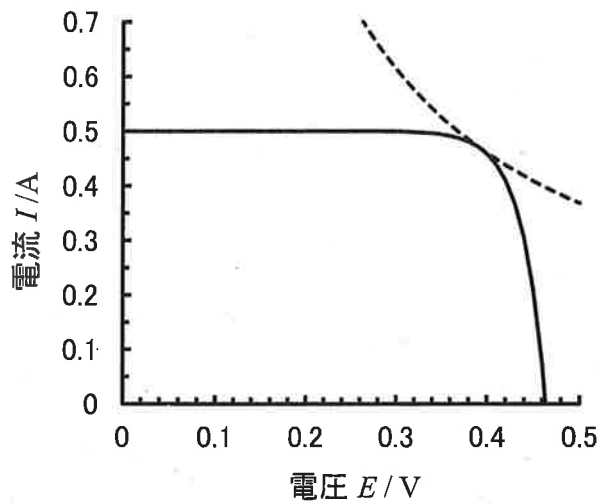


- 1 $1.0 \times 10^{-5}\ \text{J}$
- 2 $2.0 \times 10^{-5}\ \text{J}$
- 3 $3.0 \times 10^{-5}\ \text{J}$
- 4 $4.0 \times 10^{-5}\ \text{J}$
- 5 $5.0 \times 10^{-5}\ \text{J}$

問22 静電容量が $1.0\ \mu\text{F}$ のキャパシタ C_1 を $5.0\ \text{V}$ の電位差で充電した。そのキャパシタを電源から取り外し、電荷をもたない $2.0\ \mu\text{F}$ のキャパシタ C_2 と並列に接続した。このとき C_1 から C_2 に移動する電荷はいくらか。最も近いものを次の中から一つ選べ。

- 1 $1.7 \times 10^{-6}\ \text{C}$
- 2 $3.3 \times 10^{-6}\ \text{C}$
- 3 $5.0 \times 10^{-6}\ \text{C}$
- 4 $6.7 \times 10^{-6}\ \text{C}$
- 5 $8.3 \times 10^{-6}\ \text{C}$

問23 図中、実線で示した電流電圧特性をもつ太陽電池について、最大電力を取り出すためには、負荷の抵抗値はいくらである必要があるか。最も近いものを下記の中から一つ選べ。なお、破線は電力一定を表す双曲線の一つである。



- 1 0.3 Ω
- 2 0.5 Ω
- 3 0.7 Ω
- 4 0.9 Ω
- 5 1.1 Ω

問24 長さ16 m、断面積 $5.0 \times 10^{-7} \text{ m}^2$ 、抵抗 0.80Ω の導線に3.0 Aの電流が流れている。電子の電荷の大きさを $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ 、導線 1.0 m^3 あたり 9.0×10^{28} 個の自由電子が存在するとして、導線中の電場の強さ E 、導線内の自由電子の平均速度 v はいくらか。最も近いものを次の組み合わせの中から一つ選べ。

1 $E = 0.15 \text{ V/m}$ 、 $v = 4.2 \times 10^{-4} \text{ m/s}$

2 $E = 0.15 \text{ V/m}$ 、 $v = 2.4 \times 10^{-4} \text{ m/s}$

3 $E = 2.4 \times 10^{-4} \text{ V/m}$ 、 $v = 2.4 \times 10^{-4} \text{ m/s}$

4 $E = 2.4 \text{ V/m}$ 、 $v = 4.2 \times 10^{-4} \text{ m/s}$

5 $E = 2.4 \text{ V/m}$ 、 $v = 0.15 \text{ m/s}$

問25 人体には必須元素としてカリウムが存在しているが、体重1 kgあたり約60 Bqの放射性同位体 ^{40}K が含まれている。 ^{40}K から出ている放射線が平均エネルギー0.5 MeVの β 線のみで、そのエネルギーが人体内で一様に完全に吸収されるとする。吸収線量率はいくらか。最も近いものを次の中から一つ選べ。ただし、吸収線量率は単位時間、単位質量あたりの吸収エネルギーと定義され、 β 崩壊後の核種は安定である。また、電子の電荷の大きさを $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ とする。

- 1 0.009 $\mu\text{Gy/h}$
- 2 0.017 $\mu\text{Gy/h}$
- 3 0.034 $\mu\text{Gy/h}$
- 4 0.068 $\mu\text{Gy/h}$
- 5 0.14 $\mu\text{Gy/h}$