

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5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、答案用紙に記された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カ所のみマークすること。
 - (2) 筆記用具はHBの黒鉛筆又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 携帯電話はアラームモードを解除のうえ、電源を切り、鞆にしまうこと。
- 8 電卓は使用しないこと。

以上の注意事項及び係官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うち、下線部の内容が正しいものを一つ選べ。

- 1 この法律は、環境の保全について、基本理念を定め、並びに国、地方公共団体及び事業者の責務を明らかにするとともに、環境の保全に関する施策の基本となる事項を定めることにより、環境の保全に関する施策を総合的かつ計画的に推進し、もって現在及び将来の国民の健康で文化的な生活の確保に寄与するとともに人類の福祉に貢献することを目的とする。
- 2 この法律において「環境への負荷」とは、事業活動により環境に加えられる影響であって、環境の保全上の支障の原因となるおそれのあるものをいう。
- 3 環境の保全は、環境を健全で恵み豊かなものとして維持することが人間の健康で文化的な生活に欠くことのできないものであること及び生態系が微妙な均衡を保つことによって成り立っており人類の存続の基盤である限りある環境が、人間の活動による環境への負荷によって損なわれるおそれが生じてきていることにかんがみ、現在及び将来の世代の人間が健全で恵み豊かな環境の恵沢を享受するとともに人類の存続の基盤である環境が将来にわたって維持されるように適切に行われなければならない。
- 4 環境の保全は、社会経済活動その他の活動による環境への負荷をできる限り低減することその他の環境の保全に関する行動がすべての者の明確な役割分担の下に規制的かつ積極的に行われるようになることによって、健全で恵み豊かな環境を維持しつつ、環境への負荷の少ない健全な経済の発展を図りながら持続的に発展することができる社会が構築されることを旨とし、及び科学的知見の充実の下に環境の保全上の支障が未然に防がれることを旨として、行われなければならない。
- 5 地球環境保全が人類共通の課題であるとともに国民の健康で文化的な生活を将来にわたって確保する上での課題であること及び我が国の経済社会が国際的な密接な相互依存関係の中で営まれていることにかんがみ、地球環境保全は、我が国の能力を生かして、及び国際社会においてリーダーシップを発揮し、国際連合の主導の下に積極的に推進されなければならない。

問2 騒音規制法に基づき、政令で定める特定施設に該当しないものを次の中から一つ選べ。

- 1 金属加工機械
- 2 冷凍機
- 3 建設用資材製造機械
- 4 木材加工機械
- 5 合成樹脂用射出成形機

問3 騒音規制法に関する次の記述のうち、誤っているものを一つ選べ。

- 1 この法律は、工場及び事業場における事業活動並びに建設工事に伴って発生する相当範囲にわたる騒音について必要な規制を行なうとともに、自動車騒音に係る許容限度を定めること等により、生活環境を保全し、国民の健康の保護に資することを目的とする。
- 2 この法律において「規制基準」とは、特定施設を設置する工場又は事業場において発生する騒音の特定工場等の敷地の境界線における大きさの許容限度をいう。
- 3 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は、当該特定建設作業の開始の日の30日前までに、環境省令で定めるところにより、次の事項を市町村長に届け出なければならない。
- 4 環境大臣は、自動車が一定の条件で運行する場合に発生する自動車騒音の大きさの許容限度を定めなければならない。
- 5 都道府県知事は、自動車騒音の状況を常時監視しなければならない。

問4 振動規制法に定める地域の指定に関する次の記述のうち、(ア)～(ウ)に入る語句の組合せとして、正しいものを一つ選べ。

〔ア〕は、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地域で〔イ〕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ものを指定〔ウ〕。

	(ア)	(イ)	(ウ)
1	都道府県知事	振動を防止	することができる
2	都道府県知事	特定施設その他の物件を検査	することができる
3	都道府県知事	振動を防止	しなければならない
4	環境大臣	特定施設その他の物件を検査	しなければならない
5	環境大臣	振動を防止	しなければならない

問5 振動規制法に定める規制基準の設定に関する次の記述の(ア)～(オ)のうち、誤っているものを一つ選べ。

都道府県知事は、第3条第1項の規定による指定をするときは、環境大臣^(ア)が特定工場等^(イ)において発生する振動について規制する必要の程度に応じて特定施設^(ウ)の規模及び区域の区分ごとに定める基準の範囲内において、当該指定に係る地域について、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^(オ)を定めなければならない。

- 1 (ア)
- 2 (イ)
- 3 (ウ)
- 4 (エ)
- 5 (オ)

問6 物体を水平な地面から初速度10 m/sで斜め上方に投げる。落下地点までの水平距離が最大になるように投げ上げる角度を調節した。このときの落下地点までの距離はいくらか。次の中から最も近いものを一つ選べ。ただし、重力加速度を9.8 m/s²とし、空気による抵抗は無視する。

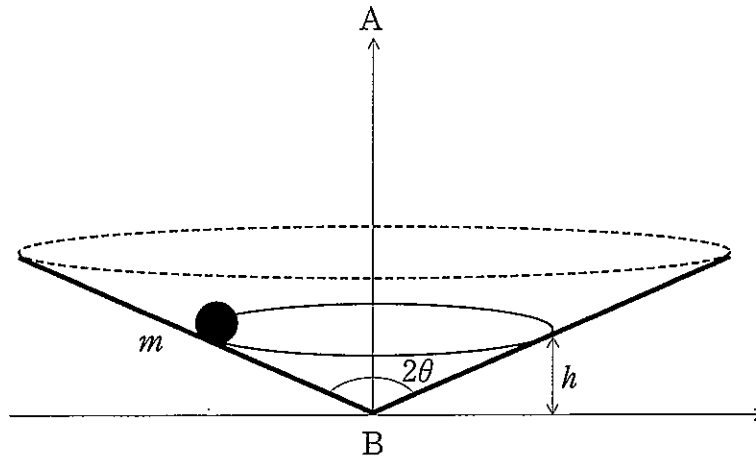
- 1 5 m
- 2 10 m
- 3 15 m
- 4 20 m
- 5 25 m

問7 水平な、広く滑らかな床の上で、質量 m の小球Aを点Oから初速度 v で打ち出し、静止していた質量 $12m$ の小球Bに正面衝突させた。衝突の際の反発係数(跳ね返り係数)を0.12として、衝突後の運動について、次の中から正しいものを一つ選べ。

- 1 AもBも、点Oから遠ざかる方向に動く。
- 2 Aは点Oに戻る方向に動き、Bは点Oから遠ざかる方向に動く。
- 3 Aは静止し、Bは点Oから遠ざかる方向に動く。
- 4 AとBは合体し、点Oから遠ざかる方向に動く。
- 5 AもBも点Oに戻る方向に動く。

問8 図のように、軸が鉛直軸ABに一致し、表面がなめらかな円錐の内壁を、質量 m の質点が一定の高さ h を保ちながら、速さ v で円運動している。

速さ v と高さ h の関係を表す式はどれか。次の中から正しいものを一つ選べ。
ただし、円錐の頂角を 2θ 、重力加速度を g とする。



1 $v = gh$

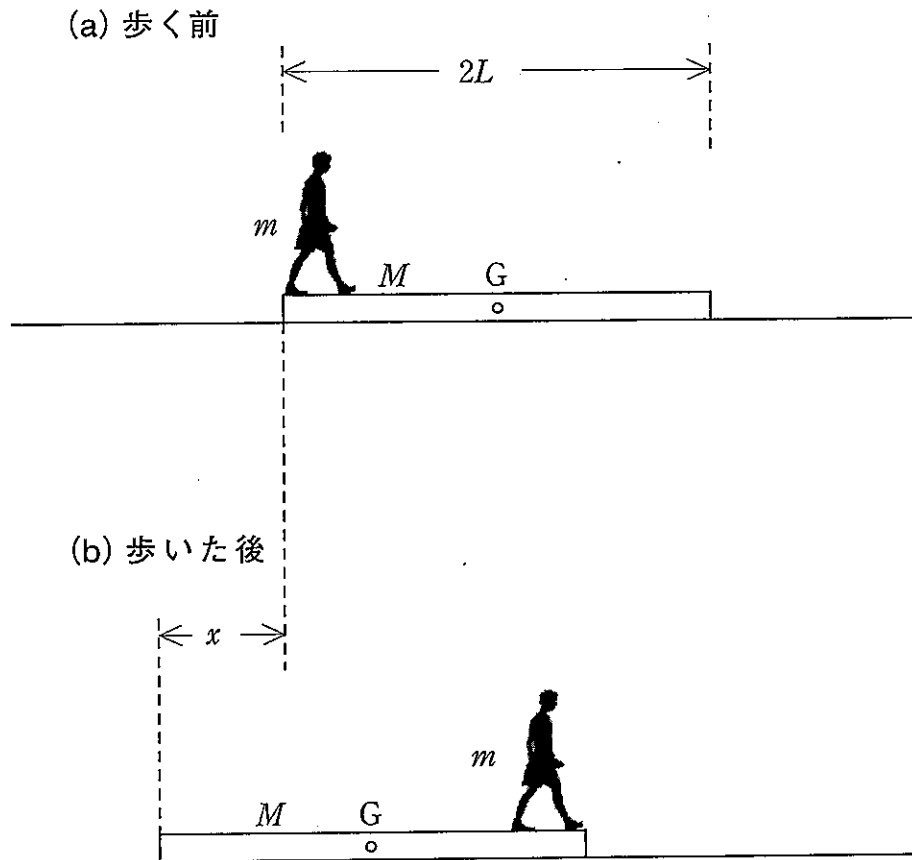
2 $v = \frac{g}{h}$

3 $v = \sqrt{gh}$

4 $v = \sqrt{gh \tan \theta}$

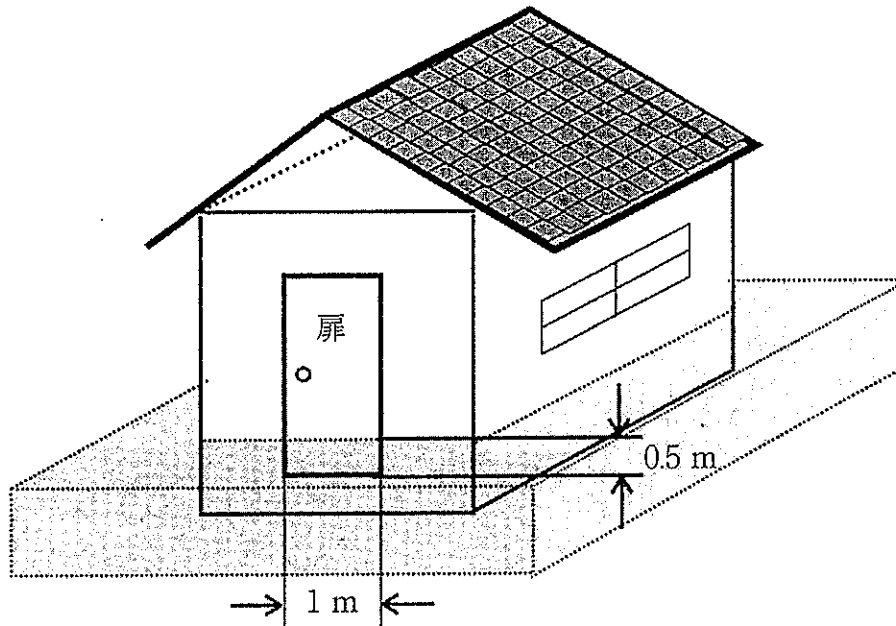
5 $v = \sqrt{gh \cot \theta}$

問9 図(a)のように、摩擦のない水平な床の上に置かれた質量 M 、長さ $2L$ の板の左端に質量 m の人が立って静止している。この人が板の右端まで歩いて停止したとき(図(b))、板は x だけ左に動いた。 x はどのように表されるか。次の中から正しいものを一つ選べ。ただし、板は幅、厚さ、材質ともに一様で、板の重心 G は中心にあるものとする。また、板の上面と人の中には摩擦力が働くものとする。



- 1 $\frac{2mL}{M+m}$
- 2 $\frac{ML}{M+m}$
- 3 $\frac{4mL}{M+m}$
- 4 $\frac{2mL}{M}$
- 5 $2L$

問10 図のように、家屋の周りが、扉の下端から0.5 mの位置まで水につかった。
 このとき、水圧により、幅1 mの扉が受ける力はいくらか。次の中から最も近い
 ものを一つ選べ。ただし、水の密度を 10^3 kg/m^3 、重力加速度を 9.8 m/s^2 とし、
 屋内は大気圧にあるものとする。



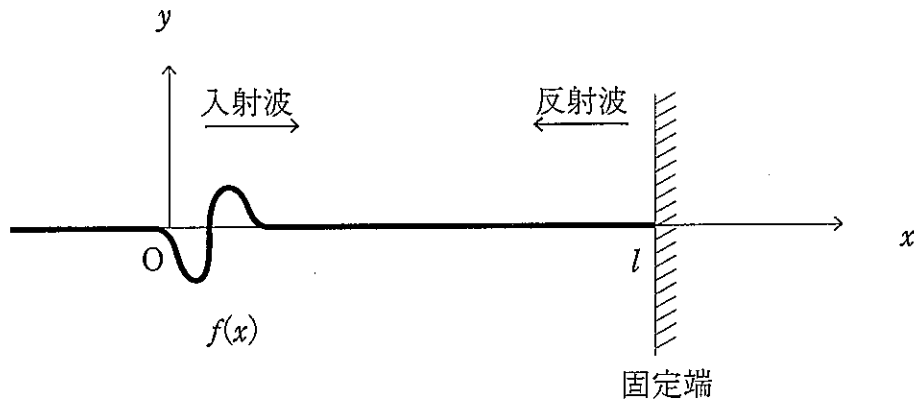
- 1 $9.8 \times 10^2 \text{ N}$
- 2 $1.2 \times 10^3 \text{ N}$
- 3 $2.5 \times 10^3 \text{ N}$
- 4 $4.9 \times 10^3 \text{ N}$
- 5 $9.8 \times 10^3 \text{ N}$

問11 物質中を伝播する波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 音の強さは、音圧の2乗に比例する。
- 2 波数は波長に反比例する。
- 3 平面で接している吸収減衰のない二つの半無限媒質の境界面に、音波が垂直に入射するとき、音の強さの反射率と透過率の和は1である。
- 4 水中では、周波数の低い音波ほど遠くまで伝播する。
- 5 水面を伝播する波の速さは、水深に依存しない。

問12 位置 $x=l$ を固定端として、細いロープが x 軸に沿って張られている。ロープを伝わる横波の、位置 x 、時刻 t における変位を $y(x, t)$ と表す。いま、固定端に向かう入射波 $y_i(x, t)$ が、ある有限な広がりを持つ波束であり、時刻 $t=0$ の変位 $y_i(x, 0)$ は、図のような波形関数 $f(x)$ で表されるものとする。

この波動について、次の記述の中から誤っているものを一つ選べ。ただし、波束は波形を変えずに、速さ v で伝わるものとし、重力の影響は考えないものとする。



- 1 波束 $y_i(x, 0)=f(x)$ は、異なる波長と振幅を持つ多数の正弦波の足し合わせであり、また、波束が波形を変えずに伝わることは、それら正弦波の伝わる速さが波長に依存しないためである。
- 2 ロープを伝わる横波の速さ v は、ロープの線密度（単位長さ当たりの質量） σ の平方根 $\sqrt{\sigma}$ に比例し、ロープの張力 T の平方根 \sqrt{T} に反比例する。
- 3 入射波の位置 x 、時刻 t における変位は、 $y_i(x, t)=f(x-vt)$ である。
- 4 入射波が固定端に到達したとき固定端で発生する反射波 $y_r(x, t)$ の、位置 x 、時刻 t における変位は、 $y_r(x, t)=-f(2l-x-vt)$ である。
- 5 領域 $x \leq l$ で立つ横波の変位 $y(x, t)$ は、入射波 $y_i(x, t)$ と固定端で発生する反射波 $y_r(x, t)$ の重ね合わせである。

問13 電磁波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 真空の透磁率を μ_0 [N/A²]、真空の誘電率を ϵ_0 [A²s²/(N m²)]とすると、真空を伝わる電磁波の速さは $1/\sqrt{\mu_0\epsilon_0}$ [m/s]で表される。
- 2 CD (コンパクトディスク) の記録面による虹のような光の模様は、CDに記録された溝が回折格子の役割を果たし、色が分離して眼に到達することにより生じる。
- 3 物質の屈折率は、入射する光の波長によって変化することはない。
- 4 マイクロ波は電波の一種である。
- 5 正弦波として真空を伝わる可視光線と電波において、可視光線の振動数は電波の振動数より大きい。

問14 光子圧 (放射圧) に関する次の説明の中から誤っているものを一つ選べ。

- 1 光子の質量は0であるが運動量は0ではなく、光子が物体面に衝突することによって生じる圧力が光子圧である。
- 2 光が物体表面へ垂直に入射するとき、光子圧は光を受ける物体の反射率が高いほど大きい。
- 3 反射率が R の光沢面を持つ物体へ斜めに光が入射するとき、光子圧によって物体に働く力の向きは、 R に依存することなく一定である。
- 4 光子圧は光子エネルギーが高いほど大きい。
- 5 光子圧は光子束が大きいほど大きい。

問15 200 g、0℃の水と、300 g、0℃の水を、1000 Wの電気ポットへ入れた。電気ポットをはかりの上においてから通電し、水を沸騰させた。ある時間が経過してはかりを見たら、沸騰により水の質量が40 g減っていた。通電してから経過した時間はいくらか。次の中から最も近いものを一つ選べ。ただし、熱エネルギーは効率1で電気ポットの電力のみから与えられ、電気ポットの熱容量は無視できるものとし、水は蒸発後ポットに戻らないものとする。水の比熱容量を4 J/(g K)、水の融解熱を320 J/g、100℃における水の気化熱を2250 J/gとする。

- 1 200 s
- 2 264 s
- 3 300 s
- 4 354 s
- 5 400 s

問16 断熱性に優れた水槽に1 Lの水を入れ、水中に一定のパワーの超音波を1分間照射したところ、水温が1℃上昇した。水の比熱容量を4 J/(g K)、水の密度を 10^3 kg/m^3 とするとき、照射された超音波のパワーとして最も近いものを次の中から一つ選べ。ただし、水槽内壁は超音波を完全反射し、水槽及び水面からの熱の流入、流出は無視できるものとする。

- 1 40 W
- 2 70 W
- 3 90 W
- 4 4000 W
- 5 250000 W

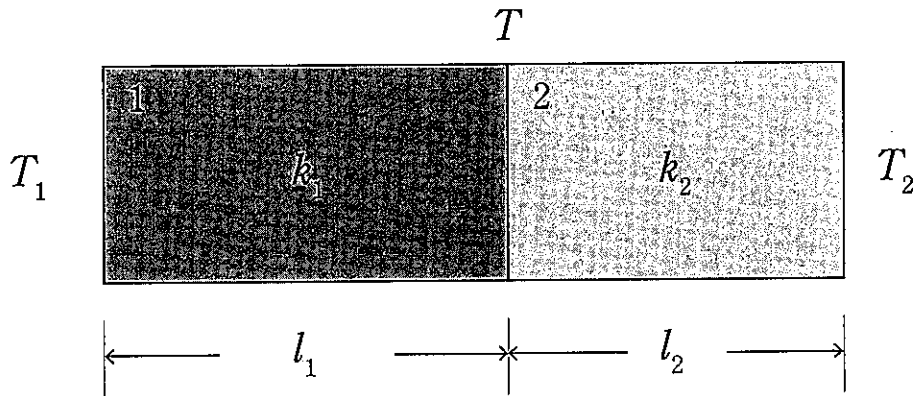
問17 絶対温度 T_1 の高熱源と絶対温度 T_2 の低熱源の間で働くカルノー機関がある。
この熱機関の効率は $\frac{1}{7}$ であった。低熱源の温度を 30 K 下げると、効率は $\frac{3}{14}$ へと増加した。高熱源の絶対温度 T_1 は何 K か。次の中から正しいものを一つ選べ。

- 1 360 K
- 2 367 K
- 3 392 K
- 4 400 K
- 5 420 K

問18 棒状の物体内に温度勾配があり、内部の温度 T [K] が一端からの距離 x [m] の関数 $T(x)$ で決まるものとする。このとき、棒に沿った x 軸に垂直な断面を通して、単位時間に伝わる熱量 H [W] は、棒の断面積 A [m²] と温度勾配 $dT(x)/dx$ に比例し、

$$H = -kA \frac{dT(x)}{dx}$$

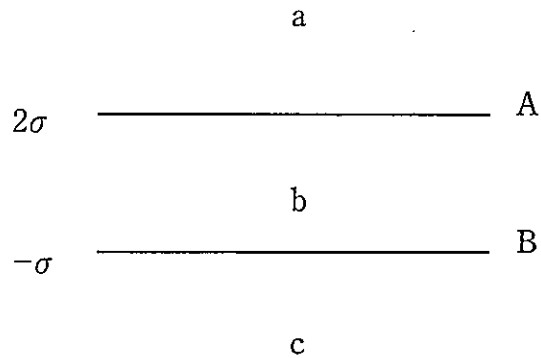
と表される。ここで、負号は熱が高温から低温へ向かって流れることを意味し、比例定数 k [W/(m K)] は熱伝導率と呼ばれる。



さて、図のように、断面積の等しい二つの棒状の物体が接触して置かれている。物体1、物体2の長さはそれぞれ l_1 [m]、 l_2 [m]、熱伝導率はそれぞれ k_1 [W/(m K)]、 k_2 [W/(m K)] である。図のように、物体1の左端と物体2の右端の表面温度がそれぞれ T_1 [K]、 T_2 [K] ($T_1 > T_2$) に保たれて定常状態にあるとき、両物体の熱接触面の温度 T はいくらか。次の中から正しいものを一つ選べ。ただし、両物体はともに均質で、その周りは断熱材で覆われているものとする。

- 1 $\frac{T_1 + T_2}{2}$ [K]
- 2 $\frac{k_1 T_1 + k_2 T_2}{l_1 k_2 + l_2 k_1}$ [K]
- 3 $\frac{l_2 k_1 T_1 + l_1 k_2 T_2}{l_1 k_2 + l_2 k_1}$ [K]
- 4 $\frac{l_1 k_1 T_1 + l_2 k_2 T_2}{l_1 k_2 + l_2 k_1}$ [K]
- 5 $\frac{l_2 k_1 T_1 - l_1 k_2 T_2}{l_1 l_2}$ [K]

問19 真空中の無限に広い平行平面A、B上にそれぞれ電荷が面密度 2σ 、 $-\sigma$ で分布している。Aの上を領域a、AB間を領域b、Bの下を領域cとし、a、b、cにおける電場の大きさをそれぞれ E_a 、 E_b 、 E_c とする。 E_a 、 E_b 、 E_c の大小関係を表す式として、次の中から正しいものを一つ選べ。



- 1 $E_c < E_b < E_a$
- 2 $E_a < E_b < E_c$
- 3 $E_a = E_b = E_c$
- 4 $E_a = E_c > E_b$
- 5 $E_a = E_c < E_b$

問20 一様な静電場、あるいは一様な静磁場中の電子の運動に関する次の記述の中から正しいものを一つ選べ。

- 1 静電場中へ、電子が電気力線に対して斜めに速度 v で入射したとき、電子の軌跡は v と電気力線で作る平面内で双曲線となる。
- 2 静電場中へ、電子が電気力線に対して斜めに速度 v で入射したとき、電子の軌跡は v と電気力線で作る平面内で円弧となる。
- 3 静電場中へ、電子が電気力線に対して斜めに速度 v で入射したとき、電子の軌跡は電気力線に平行な軸の周りのらせんとなる。
- 4 静磁場中へ、電子が磁力線に対して斜めに速度 v で入射したとき、電子の軌跡は v と磁力線で作る平面内で双曲線となる。
- 5 静磁場中へ、電子が磁力線に対して斜めに速度 v で入射したとき、電子の軌跡は磁力線に平行な軸の周りのらせんとなる。

問21 抵抗 R 、コンデンサ C 、コイル L と電源 V を組み合わせた、5種類の回路がある。いま、図1のように電源の電圧 V が0からステップ状に変化したときの電流 I を観察したところ、図2のような時間的変化が観測された。このような電圧と電流の関係を与える回路のうち、最も適切なものを次の中から一つ選べ。ただし、電源の内部抵抗0、電圧印加前にはコンデンサには電荷がないものとする。

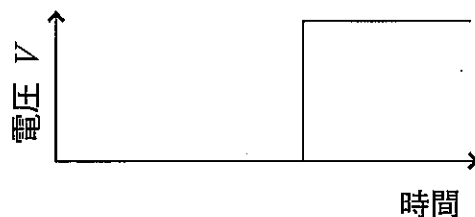
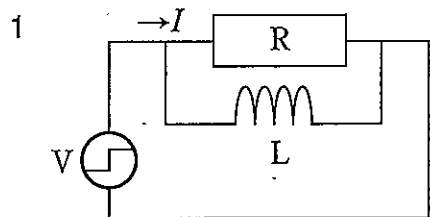


図1

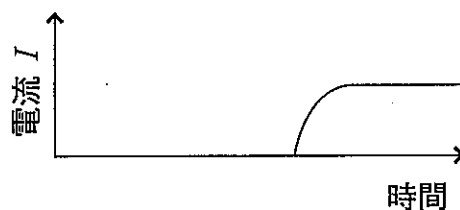
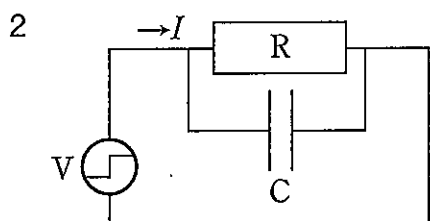
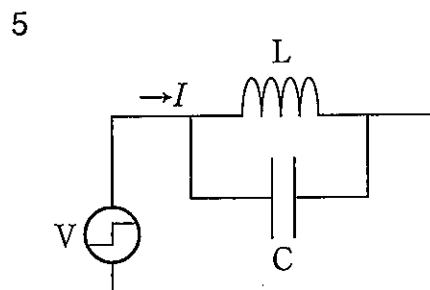
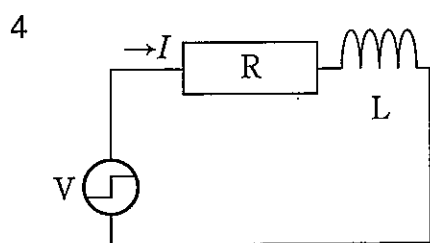
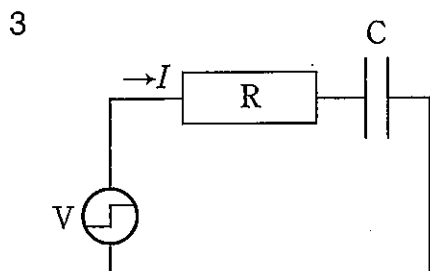
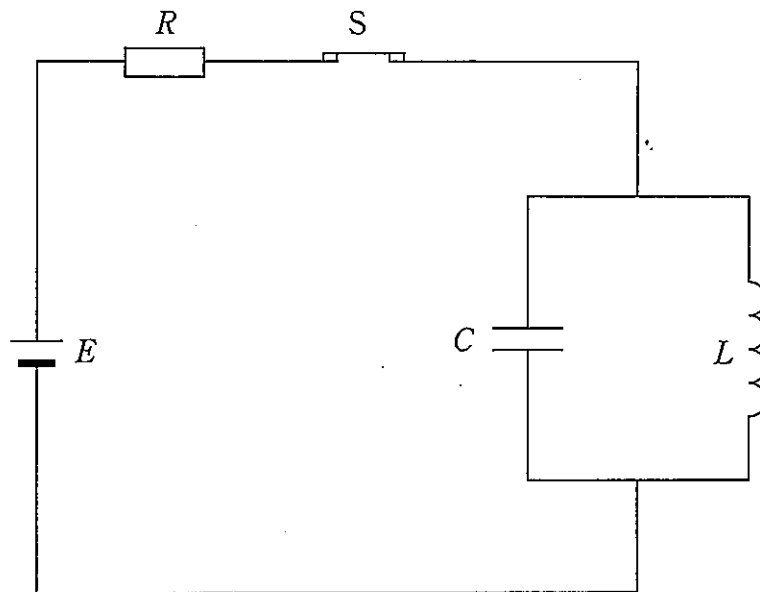


図2



問22 下図の回路に一定の電流が流れている。いまスイッチSを開くと、コイルとコンデンサの共振回路に電流が流れ、コンデンサの端子電圧 V は角振動数 $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ 、振幅 V_0 で振動する。コンデンサの端子電圧 V の振幅 V_0 は何Vか。次の中から正しいものを一つ選べ。ただし、コンデンサ C は $1\ \mu\text{F}$ 、コイル L は $10\ \text{mH}$ 、抵抗 R は $20\ \Omega$ 、電池 E の起電力は $10\ \text{V}$ とする。また、電池の内部抵抗、コイル、導線の抵抗は0で、放射によるエネルギー損失は無視できるものとする。



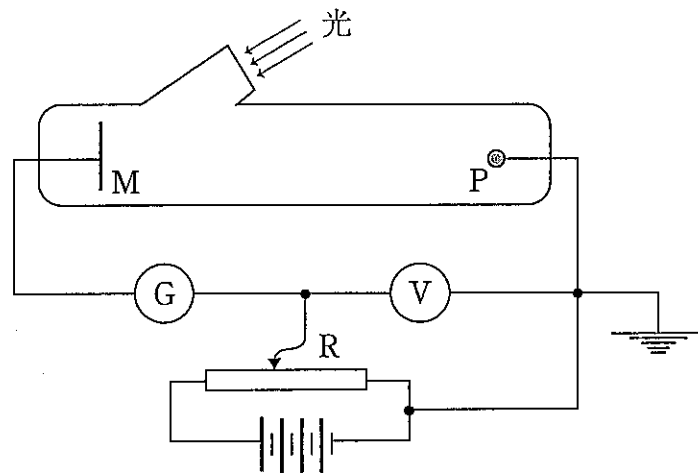
- 1 10 V
- 2 20 V
- 3 25 V
- 4 50 V
- 5 55 V

問23 粒子に運動エネルギーを与える実験を行った。その結果、速度をもった粒子の流れ（ビーム）が発生し、それが波長 λ の波としての性質を示した。粒子の質量を m 、粒子1個あたりに与えられた運動エネルギーを K とおく。 K と m と λ の満たす関係について、次の中から正しいものを一つ選べ。ただし、粒子の速さは光の速さよりも十分小さいとする。

- 1 K は m に反比例し、 λ の2乗に反比例する。
- 2 K は m に比例し、 λ に依存しない。
- 3 K は m に比例し、 λ に比例する。
- 4 K は m に比例し、 λ の2乗に比例する。
- 5 K は m に比例し、 λ の2乗に反比例する。

問24 光電効果の実験を行った。図のガラス容器には金属板Mと接地された電極Pが封入されていて、内部は真空である。Mに波長 λ [m]の光を当て、可変抵抗Rの接点を変えていく。電圧計Vの読みが増し、Mの電位が V_e [V]になったとき、初め振れていた検流計Gの指針が0を示した。

この実験について、次の記述の中から誤っているものを一つ選べ。ただし、光の速さは c [m/s]、プランク定数は h [J s]、電気素量は e [C]とする。



- 1 可変抵抗Rの接点をそのままにして、この光の強さを増しても、Gの指針の振れは0のままである。
- 2 可変抵抗Rの接点をそのままにして、光の波長を短くすると、Gの指針の振れは増大する。
- 3 波長 λ の光を金属Mに当てたとき、飛び出す光電子の最大運動エネルギーは eV_e [J]である。
- 4 金属Mの仕事関数は $\left(\frac{ch}{\lambda} + eV_e\right)$ [J]である。
- 5 金属Mから光電子を放出させることのできる光の限界振動数は $\left(\frac{c}{\lambda} - \frac{eV_e}{h}\right)$ [Hz]である。

問25 ジョセフソン接合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 ジョセフソン接合は、二つの超伝導体の間に薄い絶縁体を挟む等の方法で、二つの超伝導体同士が全く結合しない構造となっている。
- 2 ジョセフソン接合に臨界電流より小さい電流を流すと、電圧降下が発生しない現象が観察される。これを直流ジョセフソン効果という。
- 3 ジョセフソン接合に臨界電流より大きい電流が流れるように直流電圧を印加すると、交流の超伝導電流が発生する。
- 4 ジョセフソン接合に周波数 f の電磁波を照射し、接合部に直流電流を流すと、電圧ステップが発生する。電圧ステップの大きさと電磁波の周波数 f の比は、材料に依存しない普遍量となるので、この原理が電圧標準に利用されている。
- 5 ジョセフソン接合を2個含んだ超伝導リングは超伝導量子干渉素子“SQUID”とよばれ、高感度な磁気センサデバイスとして利用される。