

平成21年(3月)実施

環物

## 環境計量に関する基礎知識(物理)

### 注意事項

- 1 解答時間は、午前9時20分から午前10時30分までの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、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五肢択一方式である。
- 5 マークの記入は、答案用紙に記された記入例を参照すること。
- 6 解答の記入に当たっては、次の点に注意すること。
  - (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、マーク欄の枠内をぬりつぶすこと。
  - (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 携帯電話の電源は切り、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には、採点されないことがある。

指示があるまで開かないこと。

問1 環境基本法に関する次の記述のうち、(ア)～(エ)に入る語句として、該当しないものを一つ選べ。

政府は、(ア)、(イ)、(ウ)及び(エ)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。

- 1 土壌の汚染
- 2 騒音
- 3 大気の汚染
- 4 気候変動
- 5 水質の汚濁

問2 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 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（以下「特定工場等」という。）において発生する振動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。
- 2 市町村長は、指定地域内において行われる特定建設作業に伴って発生する振動が環境省令で定める基準に適合しないことによりその特定建設作業の場所の周辺の生活環境が著しく損なわれると認めるときは、当該建設工事を施工する者に対し、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、又は特定建設作業の作業時間を変更すべきことを勧告することができる。
- 3 市町村長は、指定地域について、振動の大きさを測定するものとする。
- 4 都道府県知事は、特定工場等において発生する振動及び特定建設作業に伴って発生する振動の防止のための施設の設置又は改善につき必要な資金のあっせん、技術的な助言その他の援助に努めるものとする。
- 5 国は、振動を発生する施設の改良のための研究、振動の生活環境に及ぼす影響の研究その他振動の防止に関する研究を推進し、その成果の普及に努めるものとする。

問3 振動規制法第1条（目的）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。

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(ア)にわたる振動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(イ)の措置を定めること等により、生活環境を(ウ)し、国民の健康の保護に資することを目的とする。

|   | (ア)  | (イ) | (ウ) |
|---|------|-----|-----|
| 1 | 相当範囲 | 要請  | 保全  |
| 2 | 一定範囲 | 要請  | 維持  |
| 3 | 相当範囲 | 命令  | 保全  |
| 4 | 一定範囲 | 命令  | 保全  |
| 5 | 相当範囲 | 命令  | 維持  |

問4 次の記述は、騒音規制法第6条に定められている特定施設の設置の届出に関するものであるが、下線を付した箇所のうち誤っているものを一つ選べ。

指定地域内において工場又は事業場（特定施設が設置されていないものに限る。）に特定施設を設置しようとする者は、その特定施設の設置の工事の開始の日の三十日前までに、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。

- 一 氏名又は名称及び住所並びに法人にあつては、その代表者の氏名
- 二 工場又は事業場の名称及び所在地
- 三 特定施設ごとの設置の場所
- 四 騒音の防止の方法
- 五 その他環境省令で定める事項

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

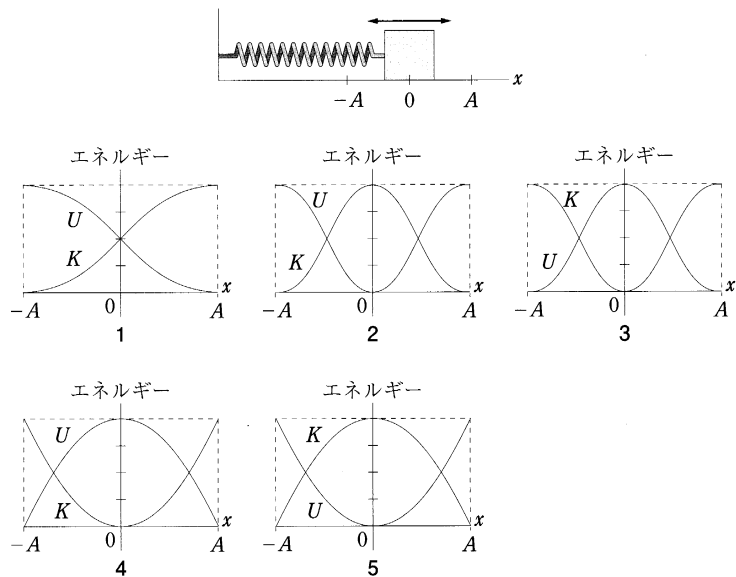
問5 騒音規制法第2条第1項に基づき、政令で定める特定施設に該当しないものを次の中から一つ選べ。

- 1 切断機（といしを用いるものに限る。）
- 2 織機（原動機を用いるものに限る。）
- 3 帯のこ盤（製材用のものにあつては原動機の定格出力が15キロワット以上のもの、木工用のものにあつては原動機の定格出力が2.25キロワット以上のものに限る。）
- 4 遠心分離機（直径が1.2メートル以上のものに限る。）
- 5 空気圧縮機及び送風機（原動機の定格出力が7.5キロワット以上のものに限る。）

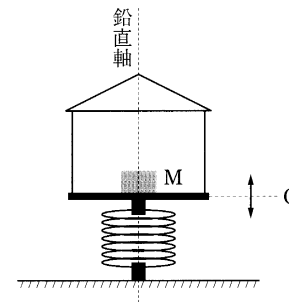
問6 長さ1 mの単振り子がエレベータの天井からつるしてある。次の中から、振り子の周期が最も長くなるものを一つ選べ。

- 1 エレベータが $4 \text{ ms}^{-1}$ の等速度で上昇しているとき。
- 2 エレベータが $4 \text{ ms}^{-1}$ の等速度で下降しているとき。
- 3 エレベータが $1 \text{ ms}^{-2}$ の等加速度で上昇しているとき。
- 4 エレベータが $1 \text{ ms}^{-2}$ の等加速度で下降しているとき。
- 5 エレベータが $2 \text{ ms}^{-2}$ の等加速度で下降しているとき。

問7 図のように、一端を固定した軽いばねの他端におもりをつけ、なめらかな水平面上にばねと平行に $x$ 軸をとり、原点( $x=0$ )を中心として振幅 $A$ の単振動をさせた。このときのおもりの運動エネルギー $K$ とばねの弾性による位置エネルギー $U$ の変化を、横軸に $x$ 軸、縦軸にエネルギーの大きさ(任意目盛)をとってグラフにした。正しいグラフを次の中から一つ選べ。ただし、力学的エネルギーは保存されるものとする。



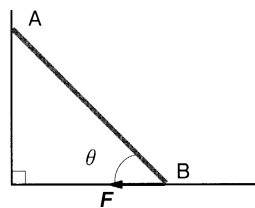
問8 家屋を鉛直軸に沿って上下に単振動させる図のような地震体験装置がある。屋内には物体 $M$ が床に固定されずに置かれている。単振動する水平床面の静止位置 $O$ からの振幅を $9.8 \times 10^{-2}$  mに定めて、装置の振動数 $f$ [Hz]を次第に上げて励振したとき、 $f$ がいくらを超えると物体 $M$ は床面から離れることがあるか。次の中から最も近いものを一つ選べ。ただし、重力の加速度は $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$ とする。



- 1 0.16 Hz
- 2 1.6 Hz
- 3 3.2 Hz
- 4 16 Hz
- 5 32 Hz

問9 図のように鉛直壁にたてかけた長さ $l$ の一様で変形しない棒ABがある。この棒が滑らないようにBで水平な向きに力 $F$ を加えるときその力の大きさはいくらか。次の中から正しいものを一つ選べ。ただし棒の質量を $m$ 、棒が床面となす角度を $\theta$ 、重力加速度を $g$ とし、鉛直壁及び床面の摩擦は無いものとする。

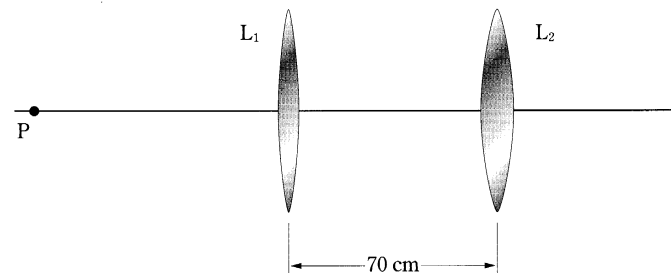
- 1  $\frac{1}{2}mg \cot\theta$
- 2  $\frac{1}{2}mg \tan\theta$
- 3  $mg \cot\theta$
- 4  $mg \tan\theta$
- 5  $mg \cos\theta$



問10 1次元の正弦波 $\phi = a \sin(kx - \omega t)$ に関する次の記述の中から誤っているものを一つ選べ。ただし、 $a > 0$ 、 $k > 0$ 、 $\omega > 0$ とする。

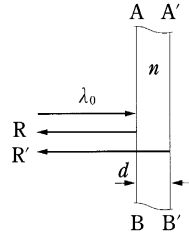
- 1 この波の波長は $\frac{2\pi}{k}$ である。
- 2 この波の周期は $\frac{2\pi}{\omega}$ である。
- 3 この波の速度は $\frac{\omega}{k}$ である。
- 4 この波の進行する向きは、 $x$ 軸の負の向きである。
- 5 この波の振幅は $a$ である。

問11 図のように焦点距離60 cmの凸レンズ $L_1$ と焦点距離5 cmの凸レンズ $L_2$ を、光軸を共通にして70 cm離して設置した。 $L_1$ の左側の光軸上の1点Pに点光源を置いたとき、 $L_2$ の右側で光が平行光線となるためには、Pを $L_1$ の左側何cmのところにおけばよいか。次の中から正しいものを一つ選べ。ただしレンズの厚さは薄いものとする。



- 1 20 cm
- 2 120 cm
- 3 360 cm
- 4 550 cm
- 5 780 cm

問12 真空中に置かれた屈折率 $n$ 、厚さ $d$ の透明で一様な薄い膜に、波長 $\lambda_0$ の単色光が図のように膜面ABに垂直に入射した。これ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 膜中における光の波長は $\frac{\lambda_0}{n}$ である。
- 2 膜中における光の速さは真空中の速さの $\frac{1}{n}$ である。
- 3 膜の厚さ $d$ を光学距離で表すと $nd$ になる。
- 4 膜面ABで反射した光Rと膜面A'B'で反射した光R'が干渉し強め合うとき、 $2nd = \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda_0$ を満足する。ただし、 $m=0, 1, 2, \dots$ である。
- 5 膜面ABで反射した光Rと膜面A'B'で反射した光R'が干渉し弱め合うときの、膜の最小の厚さは $d = \frac{\lambda_0}{2}$ である。

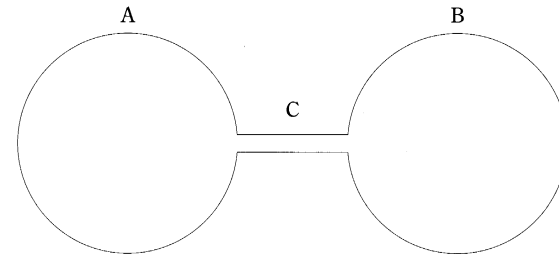
問13 次の中で1個の光子エネルギーが最も大きいものを一つ選べ。

- 1 赤色の単色放射
- 2 青色の単色放射
- 3 黄色の単色放射
- 4 紫色の単色放射
- 5 緑色の単色放射

問14 空気（大気）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 湿った空気の密度は同一の温度、圧力における乾いた空気の密度よりも大きい。
- 2 乾燥大気の実気平均分子量はおよそ29である。
- 3 温度が一定とみなせる地表からの高度範囲では、静止した大気の圧力は高度の上昇とともに指数関数的に減少する。
- 4 温室効果ガスとして炭酸ガスが話題になっているが、水蒸気も温室効果ガスである。
- 5 空気はガラスや水と比べて大変良い断熱材である。

問15 空気の満たされた容積の等しい2つの容器A、Bが細い管Cで連結されている。温度制御によってAを227℃、Bを27℃に保ち、容器内の圧力が等しくなるまで放置した。A内の空気の密度はB内の密度の何倍か。次の中から最も近いものを一つ選べ。ただし、容器の容積変化は無視できるものとする。



- 1 1.4
- 2 1.0
- 3 0.86
- 4 0.60
- 5 0.32

問16 27℃の理想気体の体積を断熱的に3%膨張させた。その結果気体の温度は何度下がったか。次の中から最も近いものを一つ選べ。ただし、理想気体の比熱比は $\gamma = \frac{5}{3}$ とする。

- 1 2 K
- 2 4 K
- 3 6 K
- 4 8 K
- 5 10 K

問17 ある物質の体積 $V$ を圧力 $p$ と温度 $T$ の関数 $V=V(p, T)$ で表す。圧力と温度を微小量 $dp$ 、 $dT$ だけ変化させたときの体積の微小変化 $dV$ は

$$dV = \left(\frac{\partial V}{\partial p}\right)_T dp + \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p dT$$

である。ここで、偏微分係数 $(\partial V/\partial p)_T$ は温度一定のもとで圧力を上げたときの体積の変化の割合で、体積 $V$ に対する比に負号を付けた量

$$\kappa = -\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial p}\right)_T$$

は等温圧縮率と呼ばれる。また、 $(\partial V/\partial T)_p$ は圧力一定のもとで温度を上げたときの体積の変化の割合で、体積 $V$ に対する比

$$\beta = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p$$

は体膨張率と呼ばれる。

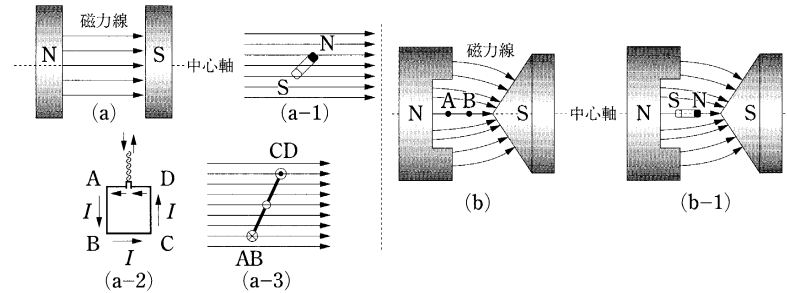
アルミニウムの等温圧縮率は $\kappa = 1.32 \times 10^{-11} \text{ Pa}^{-1}$ 、体膨張率は $\beta = 7.14 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ である。温度を1 K上げたとき、この物質の体積膨張を抑えるために付加すべき圧力として、最も近いものを次の中から一つ選べ。ただし、定数 $\kappa$ および $\beta$ は温度に依存しないものとする。

- 1  $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$
- 2  $1.80 \times 10^6 \text{ Pa}$
- 3  $2.71 \times 10^6 \text{ Pa}$
- 4  $5.41 \times 10^6 \text{ Pa}$
- 5  $7.57 \times 10^{10} \text{ Pa}$

問18 絶対温度  $T_0$  の、単原子分子  $N_0$  個からなる理想気体が容器に入っている。この気体に関する次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。ただし、ボルツマン定数を  $k$  とする。

- 1 気体の1分子当たりの平均運動エネルギーは  $\frac{3kT_0}{2}$  である。
- 2 気体の内部エネルギーは  $\frac{3N_0kT_0}{2}$  である。
- 3 気体の体積を一定に保ちながら温度を1 K高めたときに要した熱エネルギーは  $\frac{3N_0k}{2}$  である。
- 4 気体の温度を一定に保ちながら体積を2倍に膨張させたとき、1分子当たりの平均運動エネルギーは  $3kT_0$  となる。
- 5 気体の圧力を一定に保ちながら体積を2倍に膨張させたとき、1分子当たりの平均運動エネルギーは  $3kT_0$  となる。

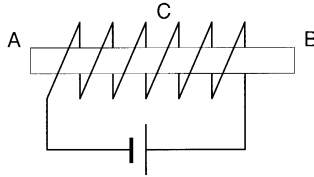
問19 磁場の様子を表す磁力線について、磁場を発生する電磁石の磁極 (N, S) が、図 (a) のように互いに円柱状で口径が十分に大きい場合、磁極間での磁力線の矢印が等間隔で平行と見なせる場合と、図 (b) のように一部くり貫かれた円柱と円錐状の磁極の組合せのため、磁力線が図のような曲率を持つ場合を考える。なお、それぞれの磁力線群は中心軸を通る断面上で示してある。これに関する次の記述の中から誤っているものを一つ選べ。ただし、重力の効果や力を受けたコイルの変形は考えないものとする。



- 1 磁力線が平行な図 (a) では、磁場は一様である。
- 2 図 (a) の磁場中に、図 (a-1) のように微小磁石を磁極間の中心付近におくと、微小磁石は回転してそのN極とS極を結ぶ線が磁力線に平行になろうとする。
- 3 図 (a-2) のように電流  $I$  が辺 ABCD に沿って流れる矩形小コイルがある。このコイルを図 (a) の磁場中に紙面上方から、図 (a-3) のように辺 AB、CD を流れる電流が磁場に垂直で、辺 AB では紙面に対して下向きの A から B へ、CD では紙面に対して上向きの C から D へ流れるように差し込むと、コイル ABCD の面法線は磁場方向に垂直になろうとする。
- 4 図 (b) の場合、磁場は不均一で A 点は B 点より磁場が弱い。
- 5 図 (b) の磁場の中で、図 (b-1) のように微小磁石を中心軸に沿って、その S 極が電磁石の N 極に向くように磁極間の中心付近におくと、微小磁石は電磁石の S 極側に引かれる。



問20 図のようにガラス管に密で一様に巻いた十分に長いコイルに電池をつないだときの様子について述べた次の記述の中から誤っているものを一つ選べ。



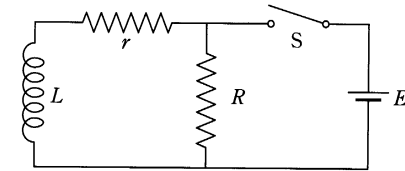
- 1 Bに鉄片を近づけたとき、鉄片のコイルに近い方がS極に磁化される。
- 2 Cの位置の管内の磁場の強さは管の外のアやBでの強さとは異なる。
- 3 管内の中心軸上の磁場の強さはCの位置付近では、場所によって変化しない。
- 4 コイルの外側では磁力線はA側からB側に向かう。
- 5 電池の向きを変えるとA、Bの磁極は逆転する。

問21 電気回路と回路素子に関する次の記述の中から誤っているものを一つ選べ。

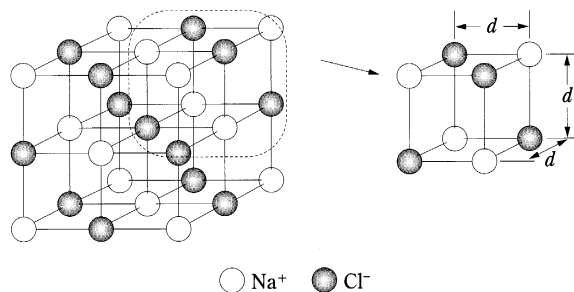
- 1 交流負荷の実効電力が同じでも、負荷の種類によって、ピーク電流値が異なることがある。
- 2 ソレノイドコイルに電流を流すと構成している巻き線の間には、常に相互に引力が働く。
- 3 電圧測定の際、測定器の内部抵抗が大きいほど、測定器を接続する前の真値に近い値が得られる。
- 4 コイルとコンデンサーから構成される共振回路において、共振周波数はコンデンサーの容量に反比例する。
- 5 白熱電球のフィラメントの抵抗値は一般に測定時に印加する電圧によって異なる。

問22 インダクタンス $L$ とその内部抵抗 $r$ そして抵抗 $R$ がスイッチ $S$ によって起電力 $E$ の電源と図のように接続されている。この回路で十分長い時間スイッチを閉の状態にしておいた後、スイッチを開いた。その後抵抗 $R$ に流れる電流を示す式を次の中から一つ選べ。

- 1  $I = \frac{E}{r} e^{-\frac{R+r}{L}t}$
- 2  $I = \frac{E}{r} e^{-\frac{L}{R+r}t}$
- 3  $I = \frac{E}{R} e^{-\frac{R+r}{L}t}$
- 4  $I = \frac{E}{R} e^{-\frac{L}{R+r}t}$
- 5  $I = \frac{E}{R+r} e^{-\frac{L}{R+r}t}$



問23 図は立方晶岩塩型構造をとる塩化ナトリウム (NaCl) 単結晶の単位胞 (左図) とその1/8 (右図) の模型図である。塩化ナトリウム単結晶の密度を  $\rho$  [kg m<sup>-3</sup>]、NaとClの原子量を  $M(\text{Na})$ 、 $M(\text{Cl})$ 、アボガドロ定数を  $N_A$  [mol<sup>-1</sup>] としたとき、Na<sup>+</sup>とCl<sup>-</sup>の中心を結ぶ格子間隔  $d$  [m] を表す式として、正しいものを次の中から一つ選べ。



- 1  $\left[ \frac{4 \{M(\text{Na}) + M(\text{Cl})\}}{\rho N_A} \right]^{\frac{1}{3}}$
- 2  $\left[ \frac{M(\text{Na}) + M(\text{Cl})}{2\rho N_A} \right]^{\frac{1}{3}}$
- 3  $\frac{1}{10} \left[ \frac{M(\text{Na}) + M(\text{Cl})}{\rho N_A} \right]^{\frac{1}{3}}$
- 4  $\frac{1}{10} \left[ \frac{M(\text{Na}) + M(\text{Cl})}{2\rho N_A} \right]^{\frac{1}{3}}$
- 5  $\frac{1}{10} \left[ \frac{4 \{M(\text{Na}) + M(\text{Cl})\}}{\rho N_A} \right]^{\frac{1}{3}}$

問24 原子と原子核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 原子番号6の炭素原子の質量は、原子番号1の水素原子の質量の約6倍である。
- 2 元素には原子番号が同じで質量数が異なる同位体が存在する。
- 3 過去3万年程度の中に生存した植物の遺物に含まれる炭素同位体<sup>14</sup>Cと<sup>12</sup>Cの現在の比率から、その植物が生存した年代についておおよその推定をすることができる。
- 4 陽子1個と中性子1個が結合している重水素原子核の質量は、それぞれの粒子の質量の和よりも小さい。
- 5  $\alpha$ 線はヘリウム原子核の流れである。

問25 放射能は単位時間あたりの壊変数として定義される。<sup>3</sup>Hと<sup>90</sup>Srはともに $\beta$ 崩壊する放射性同位元素である。ある時刻でそれぞれの質量が同じ場合、<sup>3</sup>Hの放射能は<sup>90</sup>Srの何倍か。次の中から最も近いものを一つ選べ。ただし、<sup>3</sup>Hの半減期は12年、<sup>90</sup>Srの半減期は29年とし、両者とも壊変後の放射性核種からの寄与は考慮しないものとする。

- 1 0.014
- 2 0.41
- 3 2.4
- 4 30
- 5 73