

平成 21 年度 日本医科大学入学試験問題

[理 科]

受験番号	
------	--

注 意 事 項

1. 指示があるまで問題用紙は開かないこと。
2. 受験科目は予め受験票に記載された 2 科目とし、変更は認めない。
3. 問題用紙および解答用紙配布後、監督者の指示に従い、配布枚数の確認を行うこと。
(問題冊子 17 ページ, うち 2 ページは計算用紙, 解答用紙 物理 1 枚, 化学 1 枚, 生物 1 枚)
落丁, 乱丁, 印刷の不鮮明の箇所があったら, 手を挙げて監督者に知らせること。
4. 解答時間は 14 時 10 分から 16 時 10 分までの 120 分。
なお, 試験開始後 40 分経過後でなければ退室は認めない。
5. 机上には, 受験票と筆記用具および時計 (計時機能のみ) 以外は置かないこと。
6. 筆記用具は鉛筆, シャープペンシル, 消しゴムのみとする。
(コンパス, 定規等は使用できない。)
7. 止むを得ず下敷を使用する場合は, 監督者の許可を得ること。
8. 解答はすべて解答用紙の所定の解答欄に記入すること。欄外には何も書かないこと。
9. この問題用紙の余白及び計算用紙は草稿や計算に自由に用いてよい。
10. 耳栓の使用はできない。
11. 携帯電話等の電源は必ず切り、鞆の中にしまうこと。
12. 質問, 用便, 中途退室など用件のある場合は, 無言のまま手を挙げて監督者の指示に従うこと。
13. 受験中不正行為があった場合は, 退室を命じ試験の一切を無効とする。
14. 退室時は, 試験問題および解答用紙を裏返しにすること。

物 理

[I] 図1のように、質量 M [kg] の直方体の物体A (二辺の長さがそれぞれ a [m], b [m]) が水平面に対してなす角 θ [rad] の摩擦のある斜面に置かれている。長方形PQRSは紙面に垂直方向の辺の midpoint における断面を表している。Aは一様な物質でできていて、重心はその中心の位置にある。S点からは、質量の無視できるひもによって物体Bがぶら下がっていて、Bの質量 m [kg] は変えることができる。重力加速度を g [m/s²] とし、下の文章の の中に適した答えを書きなさい。ただし、力のモーメントは反時計回りを正とし、すべての答えに m' を用いないこと。

まず、Bの質量が十分小さく無視できる場合について考えてみよう。Aが斜面の上で静止しているとき、Aが斜面から受ける垂直抗力の作用点はP点とQ点の間にあり、P点から [m] の位置にある。このとき、Aが斜面から受ける抗力によるP点のまわりの力のモーメントは [N·m] である。

次に、Bの質量が無視できない場合について考えてみよう。 m [kg] の値を大きくしていくと、Aは斜面をすべらずにP点のまわりに時計回りに転倒し始めた。Aが転倒する直前のBの質量を m' [kg] とすると、 m' [kg] は [kg] である。このとき、Aが斜面から受ける垂直抗力の作用点は、P点から [m] の位置にある。

Bの質量を $2m'$ [kg] とした場合にもAはすべらずに転倒し始める。このとき、Aが転倒しないように、R点とQ点の midpoint にひもをつないで斜面に平行で引き上げる方向に力 T [N] を加えるとすると、 T [N] は [N] 以上である必要がある。

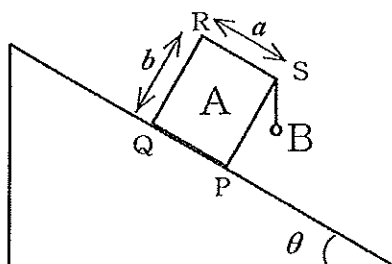


図1

【II】 静止している音源Aがあり、そこで発生させた振動数 f [Hz] の音波が空气中を一定の速さ c [m/s] で進んでいる。また、音波の進行方向に垂直な小さい平面S（以後単に平面Sと表す）が音波と同じ向きに速さ v [m/s] で進んでいる。 c [m/s] および v [m/s] の値は両方とも正の値であり、 v [m/s] の値は c [m/s] の値に比べて非常に小さい。なお、風や温度の影響は無視できるものとする。下の文章の の中に適した答えを書きなさい。

まず、平面S上で観測される音波について考えてみよう（音波は平面Sに垂直に入射するものとする）。観測される音波の振動数は [Hz] であり、その波長は [m] である。

次に、平面Sから垂直に反射されてくる音波について考えてみよう。このとき、平面Sを振動数 [Hz] の音波の発生源とみなすことができる。音源Aの位置で静止して観測する場合、振動数は f [Hz] の 倍であり、その波長は [m] である。

平面Sに入射する音波と平面Sで反射した後の音波とが重なり合うと、うなりが生じるが、音源Aと平面Sを結ぶ直線上で、音源Aと平面Sとの間に静止した観測者が聞かうなりの回数は1秒間に 回である。

[III] 下の文章の の中に適した答えを書きなさい。ただし、 ア と カ には「上」または「下」の漢字1文字を書きなさい。他の答えは整数または分数の正の数で書き、 R_1, C_1, E などの記号は用いないこと。ただし、分数は約分すること。

図2の電気抵抗 R_1 (5Ω), R_2 (3Ω), R_3 (2Ω), R_4 (3Ω), R_5 (5Ω) と内部抵抗が無視できる起電力 E (10 V) の電池からなる回路がある。 R_1 と R_5 に流れる電流の大きさは等しく、 R_2 と R_4 に流れる電流の大きさは等しい。 R_3 の両端の電位を比較すると ア の方が高い。電気抵抗 R_1, R_2, R_3 を流れる電流の大きさは、それぞれ イ A, ウ A, エ A である。また、PQ間の合成抵抗の値は オ Ω である。

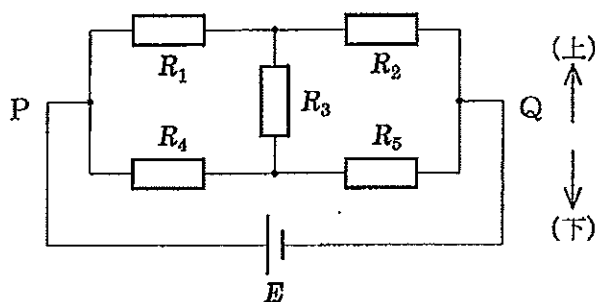


図2

図3のようにコンデンサー C_1 ($5 \mu\text{F}$), C_2 ($3 \mu\text{F}$), C_3 ($2 \mu\text{F}$), C_4 ($3 \mu\text{F}$), C_5 ($5 \mu\text{F}$) がつながっていて、どれも充電されていない。これに起電力 E (10 V) の電池を接続した。 C_1 と C_5 にたまる電気量の大きさは等しく、 C_2 と C_4 にたまる電気量の大きさは等しい。 C_3 にたまる電気量は カ 側が正である。コンデンサー C_1, C_2, C_3 にたまる電気量の大きさは、それぞれ キ μC , ク μC , ケ μC である。また、P'Q'間の合成容量の値は コ μF である。

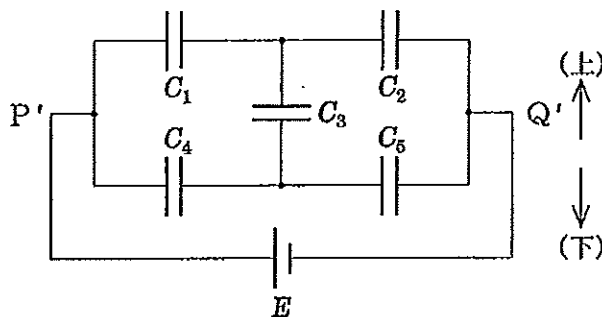


図3

〔IV〕 図4, 図5のように, 断面積 S [m²] のシリンダーに, シリンダーの軸方向になめらかにすべることのできるピストンが入っている。全体は大気圧 p_0 [N/m²] の大気の中に置かれている。シリンダー底面とピストンの内面までの距離を d [m] とすると, シリンダー内部の容積が最大になるときは $d = D$ [m] である。最初, 内部に温度 T_0 [K], 大気圧に等しい圧力 p_0 [N/m²] の単原子分子の理想気体が入っている。気体定数を R [J/(mol·K)], 重力加速度を g [m/s²] とし, 下の文章の の中に適した答えを書きなさい。ただし, d は用いないこと。数値が整数でない場合, 小数でなく分数を用い, 必ず約分すること。なお, シリンダーとピストンは断熱材でできているが, 内部の気体の温度を調節することができる。

まず, 図4のようにシリンダーをその軸が水平になるように置くと, ピストンは $d = \frac{1}{2}D$ [m] の位置で止まった。内部の単原子分子の理想気体の量は [mol] である。

次に, 図5のようにシリンダーをその軸が鉛直になるように置き, 温度を T_0 [K] に保ったところ, $d = \frac{1}{3}D$ [m] になった。この状態を状態Aとする。このとき, 気体の圧力は [N/m²] である。また, ピストンの質量は [kg] であることがわかる。

さらに, シリンダー内の気体をゆっくり熱したら, ピストンは $d = \frac{2}{3}D$ [m] の位置に上昇した。このとき, 気体の温度は [K] である。この状態を状態Bとする。状態Aから状態Bへの過程で気体の内部エネルギーは [J] だけ増加した。

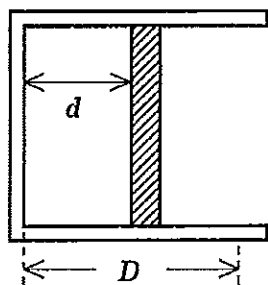


図4

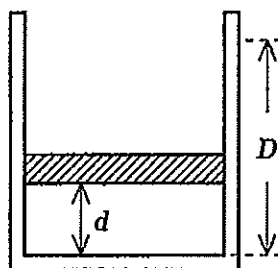


図5