

平成22年度入学試験問題

理 科

注 意

1. 問題冊子は、指示があるまで開かないこと。
2. 問題冊子は、物理：1～6ページ、化学：7～10ページ、生物：11～17ページである。
解答紙は計3枚で、物理：1枚、化学：1枚、生物：1枚である。
「始め」の合図があったら、それぞれページ数および枚数を確認すること。
3. 「始め」の合図があったら、選択しない科目も含めすべての解答紙それぞれ2ヶ所に受験番号を記入すること。
4. 解答は、黒色鉛筆(シャープペンシルも可)を使用し、すべて所定の欄に記入すること。欄外および裏面には記入しないこと。
5. 試験終了後、監督者の指示に従って、解答紙の順番をそろえること。
6. 下書き等は、問題冊子の余白を利用すること。
7. 解答紙は持ち帰らないこと。

物 理

[1] 次の文章を読んで、以下の問1～5に答えなさい。

水平方向に x 軸、鉛直方向に y 軸をとる。長さ L の糸の一端に、正電荷 Q を帯びた質量 m の小球をつけ、糸の他端を原点 O に固定する。図1に示したように、 $+x$ 方向を向いた一様な電場(電界) E がかかっている。重力加速度を g とする。糸の質量および空気による摩擦抵抗は無視できるものとする。

設問 1 はじめ、小球は鉛直方向と 30° の角度をなす図の位置 A でつりあっていた。

問 1 電界の大きさ E を表1の記号で表しなさい。

設問 2 糸を張ったまま、小球をつりあいの位置からわずかにずらして放すと、小球はつりあいの位置を中心にして振動を始めた。

問 2 振動の周期 T を表1の記号で表しなさい。

設問 3 小球は、鉛直方向と 30° の角度をなす図の位置 A でつりあって静止していた。糸を張ったまま、小球を x 軸上の位置 B までゆっくりと移動したのち、そっと放した。

問 3 つりあいの位置 A から x 軸上の位置 B まで小球を移動するのに必要な仕事 W を表1の記号で表しなさい。

問 4 小球が B の位置から落下して、はじめのつりあいの位置 A を通過するときの小球の速さ v を表1の記号で表しなさい。

問 5 小球が A を通過したのち最初に静止する位置の y 座標を表1の記号で表しなさい。

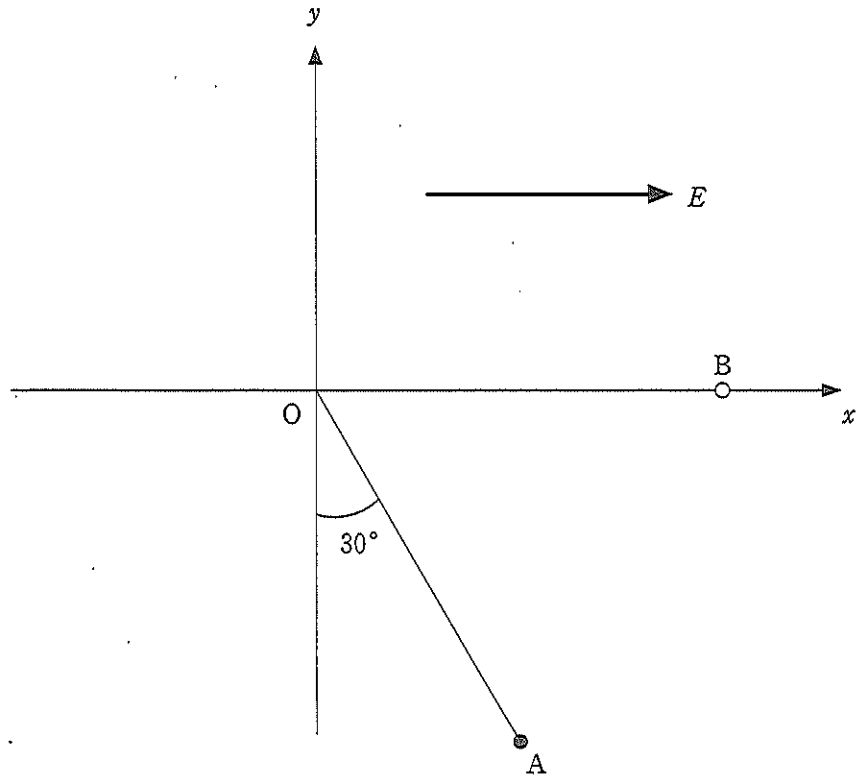


図 1

記号	記号の意味
L	糸の長さ
m	小球の質量
Q	小球の帯びた電荷
g	重力加速度
π	円周率

表 1

[2] 次の文章を読んで、以下の問1～5に答えなさい。

鉛直に立てられた断面積 S のシリンダーに n モルの単原子分子の理想気体が入っていて、滑らかに動くピストンで封じられている(図2)。シリンダーもピストンも断熱材で作られており、ピストンの質量は M である。シリンダーの底部にはヒーターが取り付けられていて、電流を流すことによってシリンダー内部の気体を均一に加熱することができる。大気圧を P 、重力加速度を g とする。ヒーターの体積は無視できるものとする。

実験1 気体を一定温度 T_0 に保ったところ、シリンダーの底部からピストンの下面までの高さは L となつてつりあつた。

問1 気体の温度 T_0 を求め、表2の記号で表しなさい。

実験2 電圧 V に充電したコンデンサーをヒーターに接続して完全に放電させたところ、ピストンが $\frac{L}{50}$ だけ上昇し、気体の温度は T_1 となつた。

問2 温度の比 $\frac{T_1}{T_0}$ を求め、数値で答えなさい。

問3 ヒーターが発生したジュール熱 Q を求め、表2の記号で表しなさい。

実験3 上の実験2の後、いったんコンデンサーの接続を外して、あらためて電圧 $2V$ (実験2の電圧の2倍)に充電した。充電したコンデンサーを再度ヒーターに接続して完全に放電させた。ピストンはさらに d だけ上昇し、気体の温度は T_2 となつた。

問4 ピストンが上昇した距離 d を求め、表2の記号で表しなさい。

問5 温度の比 $\frac{T_2}{T_0}$ を求め、数値で答えなさい。

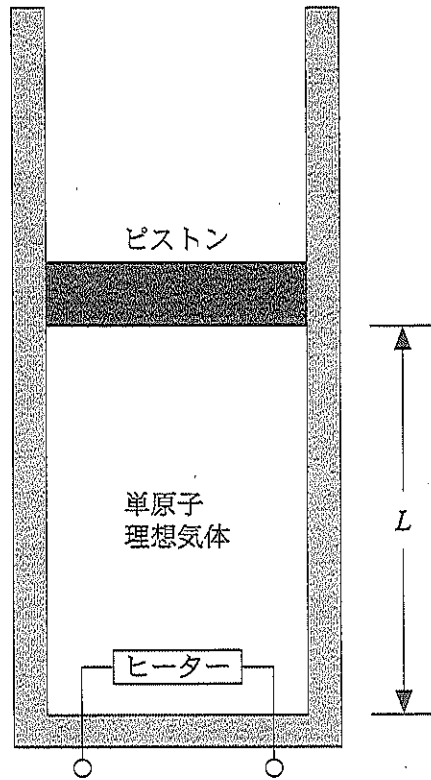


図 2

記号	記号の意味
S	シリンダーの断面積
L	シリンダー底面からピストン下面までのはじめの距離
M	ピストンの質量
n	シリンダー内理想気体のモル数
P	大気圧
R	気体定数
g	重力加速度

表 2

[3] 以下の問1～10に答えなさい。問1～9では選択肢(ア)～(オ)から一つ選び、記号で答えなさい。問10は指示にしたがって、数値で答えなさい。

問1 次の物理量のうち、重力加速度が変わっても変化しないものはどれか。

- (ア) ばね秤の読み
- (イ) 棹(さお)秤の読み
- (ウ) 振り時計の示す時間
- (エ) ダンベルの重さ
- (オ) 水面に浮かんだ木片に働く浮力

問2 人工呼吸法の一つに、人を仰向けにして胸を手で押したり離したりする方法がある。これは肋骨のどのような性質を利用したものか。

- (ア) 慣性
- (イ) 剛性
- (ウ) 塑性
- (エ) 弾性
- (オ) 通気性

問3 晴れた日にサングラスを掛けて室外に出た。首をかしげると明るさが変化した。この現象から、光波について何がわかるか。

- (ア) 光はサングラスを透過するとき吸収される
- (イ) 光はサングラスを透過するとき屈折する
- (ウ) 光はサングラスの表面で反射される
- (エ) 光は電磁波である
- (オ) 光は横波である

問4 火星の赤道半径は地球の0.53倍、火星の質量は地球の0.11倍である。火星表面での重力加速度の大きさを m/s^2 を単位として表すと、最も近い値はどれか。

- (ア) 0.8
- (イ) 1.8
- (ウ) 2.8
- (エ) 3.8
- (オ) 4.8

問5 静電場と静磁場の下で、質量 m 、電荷 q の粒子が水平面内で南向きに速さ v で等速直線運動をしている。磁束密度は鉛直方向で上向きに大きさ B 、重力加速度は下向きに大きさ g とする。電場の鉛直成分の大きさを求めなさい。

- (ア) $\frac{qB}{m}$
- (イ) $\frac{mv}{qB}$
- (ウ) vB
- (エ) $\frac{mg}{q}$
- (オ) $\frac{mv}{q}$

問 6 熱気球が空中を上昇している。これと最も関連の深い現象はどれか。

- (ア) 大気圧は、上昇するほど低くなる
- (イ) 空気の比熱は、水の比熱より小さい
- (ウ) 熱は、温度の高い方から低い方へ流れる
- (エ) 気体を急激に圧縮すると、温度が上がる
- (オ) 気体の体積は、温度が高くなると増加する

問 7 大気中の音波に関する次の事柄のうち、間違っているものはどれか。

- (ア) 大気中の音波は縦波である
- (イ) 気温が高くなれば、音速は速くなる
- (ウ) 気圧が低くなれば、音速は遅くなる
- (エ) 振動数がある限界より大きい音は、ヒトには聞えない
- (オ) 音色が違う音は、波形が違う

問 8 次の熱現象のうち、熱が可逆的に出入りすることが可能なものはどれか。

- (ア) 板を棒でこするとき熱が出る
- (イ) 電子レンジの中で水が湯になる
- (ウ) 水蒸気が水滴になるとき熱が出る
- (エ) 導線に電流が流れるとき熱が出る
- (オ) 温度の高い所から低い所へ熱が流れる

問 9 ある遺跡から木の柱の一部が発掘された。このような埋蔵物から遺跡成立の年代測定が可能になったのは、次のどの発見が最も重要か。

- (ア) X線の発見
- (イ) ラジウムの発見
- (ウ) α 線、 β 線、 γ 線の発見
- (エ) 原子核の崩壊現象の発見
- (オ) 原子核の分裂現象の発見

問10 ダイヤモンドの屈折率は2.42である。ダイヤモンドの中での光の速さを有効数字一桁で求め、m/sの単位で答えなさい。