

# 理科問題紙

平成 23 年 2 月 25 日

自 13 : 50

至 15 : 50

## 答案作成上の注意

1. 理科の問題紙は 1 から 20 までの 20 ページである。
2. 解答用紙は、生物 ⑦ , ⑧ , 化学 ⑨ , ⑩ , 物理 ⑪ , ⑫ , ⑬ の 7 枚である。
3. 生物、化学、物理のうち 2 科目を選択しなければならない。
4. 解答はすべて解答用紙の指定された欄に書かなければならない。
5. 試験開始後 30 分以内に選択する科目を決定しなければならない。
6. 問題紙、草案紙は持ち帰ること。

## 物 理

1 地球の気象は、太陽から放射されるエネルギーに大きな影響を受ける。しかも、そのエネルギーの供給なしに、生命活動は維持できない。20世紀の物理学研究で、その太陽のエネルギー源が核反応であることがわかった。

このエネルギーは主に、光として地球に到達している。地球に垂直に照射される太陽光の仕事率面密度は、およそ  $1.4 \text{ kW/m}^2$  である。この値を太陽定数と言う。以下、太陽からの光に関する物理の問題を考える。

必要ならば、プランク定数の値  $4.1 \times 10^{-15} \text{ eV}\cdot\text{s}$  を用いなさい。なお、数値の解答は、有効数字2桁とする。

問 1 太陽地球間の距離を  $1.5 \times 10^8 \text{ km}$  とすると、太陽が全宇宙へ放射する仕事率は何ワットか？

問 2 太陽の年齢はおよそ 50 億年と推定されている。これまで、太陽定数が一定値であり続けたと仮定すると、これまでに太陽が放射したエネルギーの総量は何ジュールになるか？

問 3 太陽から放射された光が地球に到着する時間を、問 1 で示した太陽地球間距離と、あなたが知っている光速の値から求めなさい。

問 4 太陽は様々なエネルギーの光子を放射しており、その分布の中で、およそ  $0.50 \text{ eV}$  の光子が最も多く地表に到達している。この  $0.50 \text{ eV}$  の光子の波長と振動数はいくらか？

問 5 今、地球に到達する太陽光の全てが  $0.50 \text{ eV}$  の光子であるとした場合、太陽光に対して垂直な面  $1.0 \text{ m}^2$  に、毎秒何個の光子が照射されているか？

問 6 金属表面にあるエネルギー(仕事関数)以上の光子を照射すると、その表面から電子が飛び出す。これを光電効果と言ひ、放射された電子を光電子と呼ぶ。

ナトリウムの場合、その仕事関数は  $2.0 \text{ eV}$  である。今、ナトリウムに波長  $500 \text{ nm}$  の光を照射した場合、放出される光電子の最大エネルギーと最大速さを求めなさい。なお、電子の質量を  $9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$  とする。

問 7 太陽がこれまでの 50 億年で放射した全エネルギーが質量の減少とすれば、その質量減少の値は何キログラムか？ 問 2 の結果から、推察しなさい。

2 図1のように水平面上にはばね定数  $k$  のばねがある。ばねの一端は動かないように壁に固定されており、もう一方の端には質量  $m$  の物体が取り付けられている。初めに、ばねが自然の長さとなる位置  $O$  で物体は静止している。外から力を加えて、ばねを自然の長さより  $A$  だけ縮め、外からの力を除いたところ、物体が一直線上を動き始めた。重力加速度の大きさを  $g$  とし、空気抵抗ならびにばねの質量は無視できるほど小さいとする。

このとき次の各問に答えなさい。数値解の場合、有効数字は2桁とし、必要に応じて適切な物理単位を付しなさい。

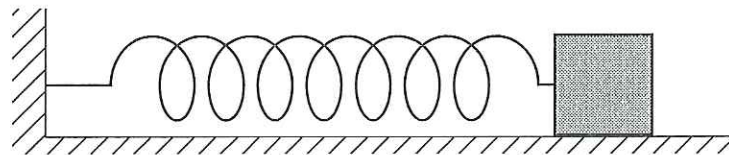


図1 水平面上に置かれたばねと物体

ばねが自然の長さになる瞬間の物体の位置を  $O$  とする。

問1～問4では、水平面と物体の摩擦が無視できるとする。外からの力を取り除いたところ、物体は位置  $O$  を中心にして水平方向に単振動を始めたとする。

問1 単振動の周期を文字式で表しなさい。

問2 単振動をしているこの物体の持つ力学的エネルギーが、位置  $O$  からの変位によらず保存されていることを示しなさい。

問3 物体が位置  $O$  を通る瞬間の速さを、 $A$  を含む文字式で表しなさい。

問4 この物体の質量が  $0.20$  キログラム、単振動の振幅が  $32$  センチメートル、周期が  $2.0$  秒であるとき、力学的エネルギーがいくらかを数値で答えなさい。

次に問 5～問 7 では、水平面と物体の間の動摩擦係数が  $\mu$  であるとする。外から力を加えてばねを自然の長さより  $A$  だけ縮めたのち、外からの力を除いた。物体が位置  $O$  に初めて到達したとき、物体は更にばねが伸びる向きに動くとする。

問 5 物体が位置  $O$  に初めて到達した瞬間の物体の速さを文字式で表しなさい。

問 6 ばねが自然の長さになった時に、物体はばねから切り離されるとする。物体は切り離されてから距離  $A$  進んで停止した。このとき、 $A$  はどのような条件を満たさなければならないか、文字式で表しなさい。ただし、物体がばねから切り離される事によってエネルギーは発生も消費もされないとする。また、ばねは物体から切り離された後、物体の運動に影響しないとする。

問 7 ばねが自然の長さになった後も、物体とばねが固定されたままであるとする。物体が初めて静止する位置と位置  $O$  の間の距離  $a$  は問 6 の  $A$  に比べて大きいか小さいかを、仕事の観点から物理的根拠とともに答えなさい。



物 理  
解 答 用 紙

受 験 番 号	
理科で物理のほか に選択した科目	

1

問 1 解法	答
問 2 解法	答
問 3 解法	答
問 4 解法	答

(注) 解答を導くための途中経過があれば、解法欄に記入しなさい。

物 理  
解 答 用 紙

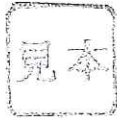
受 験 番 号	
理科で物理のほか に選択した科目	

1

問 5 解法	答
問 6 解法	答
問 7 解法	答

(注)解答を導くための途中経過があれば、解法欄に記入しなさい。

13



物 理  
解 答 用 紙

受 験 番 号	
理科で物理のほか に選択した科目	

2	問 1 答	
	問 2 答	
	問 3 解法	答
	問 4 解法	答
	問 5 解法	答
	問 6 解法	答
	問 7 答	

(注)解答を導くための途中経過があれば、解法欄に記入しなさい。