

入試問題研究 第177回 2006年 センター試験 第4問 力学

※ 選択肢を省略したり、問題文の一部を変えています。

元問題は予備校サイト（河合塾など）で入手できます。

※ 第4問だけが、今回のセンター試験で問題らしい問題であった。

A 地上で、ある物体を鉛直方向に投げ上げた。このとき、物体の高さ y と時刻 t の関係は、図1に示すグラフのようになった。ただし、図1のグラフの横軸の1目盛りは1秒である。縦軸の1目盛りの大きさは記入していない。

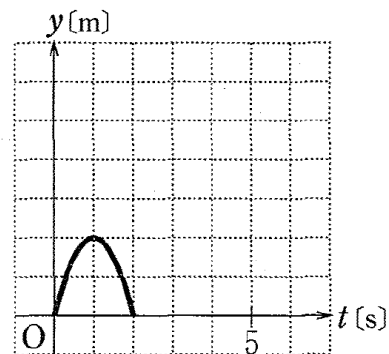
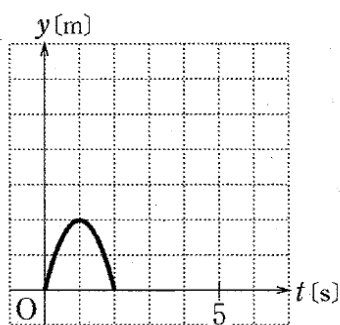


図 1

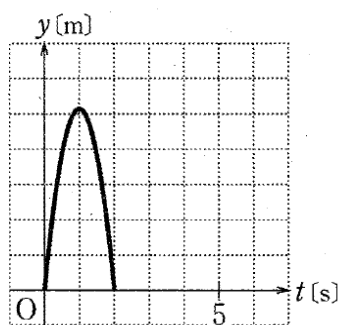
問1 最高点の高さはいくらか。ただし、重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とする。

問2 火星上の重力加速度の大きさはおよそ 3.7 m/s^2 である。その運動を表すグラフはどのようになるか。左図の①～④から選べ。ただし、グラフの目盛りは図1と同じものとする。

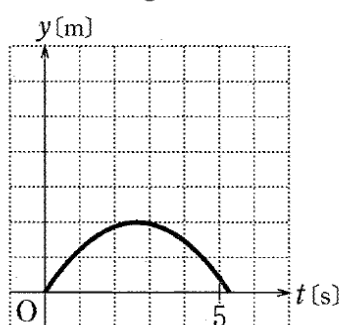
①



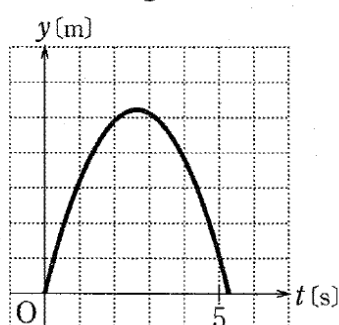
②



③



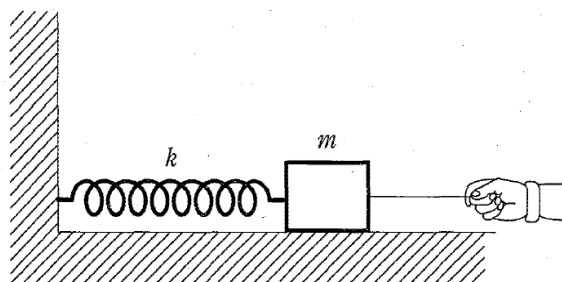
④



問3 地表面付近にある物体に働く重力に関する記述として間違っているものを選べ。

- ① その力の大きさを、物体の重さという。
- ② その力の大きさは、物体の質量に比例する。
- ③ その力の大きさは、物体の地表面からの高さに比例する。
- ④ その力の向きは、鉛直下向きである。
- ⑤ その力による物体の位置エネルギーは、基準面からの高さに比例する。

B 図2のように、水平面上に質量 m の物体を置き、壁との間をばね定数 k のばねでつないだ。ばねの自然の長さからの伸びを x で表し、面と物体の間の静止摩擦係数を μ 、動摩擦係数を μ' 、重力加速度を g とする。



問4 ばねが自然の長さにある状態から、図2のよう

図 2

に手で水平に物体に力を加え、ばねを引き伸ばした。ばねの伸びが x になるまでに、手によってなされた仕事を求めなさい。

問5 問4の過程を最後に手を止めて静かに離れたところ、物体は静止していた。手を離れたあとも物体が静止しているようなばねの伸び x の最大値 x_0 はいくらか。

問6 問5の実験でばねの伸びが $x < x_0$ のとき、物体に作用している摩擦力を求めなさい。

C 図3のように、熱を通さない容器とピストンが大気中に置かれている。容器内には気体が入っていて、電気抵抗 r のヒーターで暖めることができる。

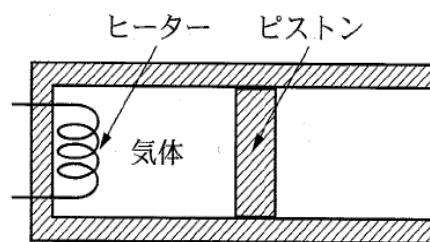


図 3

問7 ヒーターに電圧 V をかけたとき、時間 t の間に発生する熱量はいくらか。

問8 ヒーターに電流を流して 5.6 J の熱量を気体に与えたところ、気体がゆっくり膨張し、ピストンがなめらかに右側へ移動した。このとき気体は 1.6 J の仕事をした。気体の内部エネルギーはどれだけ増加したか。

問9 次の文章の空欄に適切な語句を入れなさい。

気体の内部エネルギーは、分子の運動エネルギーと分子間にはたらく力による位置エネルギーの和であり、後者は前者に比べて無視できる。気体を構成する分子はさまざまな方向に運動しているが、温度が ア ほど、この運動は激しく、内部エネルギーは イ。

入試問題研究 第177回 2006年 センター試験 第4問 解答・解説

※ 第4問だけが、今回のセンター試験で問題らしい問題であった。

A 最高点の時刻が1秒、落下時刻が2秒を読み取るだけの等加速度運動の基本問題。

問1 等加速度運動の公式 $v=v_0-9.8t$ より、初速度は $v_0=9.8$ だ。また、 $v^2-v_0^2=2gy$ に代入して $0-9.8^2=2(-9.8)y$ より、最高点は 4.9 m である。

問2 火星上(重力加速度 3.7m/s^2)で投げ上げた場合は、 $y=9.8t-\frac{1}{2}\times 3.7\times t^2$ が成立する。地上に落下する時刻は $0=9.8t-\frac{1}{2}\times 3.7\times t^2$ あるから、落下時刻は 5.3 秒である。また、

$v^2-v_0^2=2gy$ より、最高点は $0^2-9.8^2=2(-3.7)y$ より、最高点は 13 m になる。

問3 地表付近の重力は $W=mg$ であるから、その力の大きさは、物体の地表面からの高さに比例ではない。地上付近でない場合としても、万有引力の法則から $f=G\cdot\frac{mM}{(R+h)^2}$ となり、高さ h により重力は変化するが、重力の大きさは、高さに比例していない。

B 仕事、エネルギー、摩擦力についての理解をチェックする問題。

問4 ばねが自然の長さにある状態から、図2のように手で水平に物体に力を加え、ばねを引き伸ばした。このとき、手がした仕事は、摩擦力に逆らってする仕事とばねを伸ばすための仕事に相当する。よって、手によってなされた仕事は $W=\mu'mgx+\frac{1}{2}kx^2$ である。

問5 静止するには、ばねで引き戻そうとする力 $F=kx$ が物体に働く静止摩擦力より大きくなければよい。ばねの伸び x とすると、 $kx\leq\mu mg$ が成立する。よって、ばねの伸びの最大値は $x_0=\frac{\mu mg}{k}$ である。

問6 物体に作用している摩擦力はばねの力とつりあう大きさだから、 kx である。

※「最大摩擦力」と「静止摩擦力」の違いを狙った出題者の作戦にはまらない！

C ジュール熱の公式 $P=I^2rt=VIt=\frac{V^2t}{r}$ と、熱力学第一法則だけの基本問題。

問7 発生する熱は $P=\frac{V^2t}{r}$ である。

問8 熱力学の第一法則より、気体に与えた熱 5.6 J、気体がした仕事 1.6 J だから、気体の内部エネルギーは $5.6-1.6=4.0$ J 増加する。

問9 「1分子の運動エネルギーが温度に比例する」のだから、気体の温度が高いほど気体分子の運動速度が大きくなる(運動が激しい)。

「全分子の運動エネルギーの和が内部エネルギーである」と考えてよいので、温度が高いほど内部エネルギーは大きくなる。