

試験問題例と実施後の分析

科目名	物理基礎	学年類型	1年	単元名	仕事と力学的エネルギー
単元の観点ごとの目標					
知識及び技能		思考力, 判断力, 表現力等		学びに向かう力, 人間性等	
各種エネルギーの計算方法を理解すること。 力学的エネルギーと仕事の関係を理解すること。		物体のエネルギー変化について説明できるようにすること。 エネルギーの移り変わりについて説明できるようにすること。		力学的エネルギーに関する事象・現象に主体的に関わり, 科学的に探究しようとする態度を養うこと。	
単元の観点ごとの評価規準					
知識・技能		思考・判断・表現		主体的に学習に取り組む態度	
各種エネルギーや仕事の計算方法を理解している。 エネルギーの関係を利用し, 物理量を計算する方法を理解している。		物体のエネルギーの関係について, グラフなどを用いて解析することができる。 学んだ内容を応用し, 身近な物理現象でのエネルギーの変換について考えることができる。		単元の内容を主体的に学習し, 身近な例について考察するなど科学的に探究しようとしている。	
考查名	2学期期末考查			想定解答時間	10分(大問全体)

<出題の意図>

グラフを用いた解析の方法や, 位置エネルギーの物理的な意味について理解し, 未知の力の位置エネルギーについて計算できるかを評価する。

<作成上の留意点>

誘導の問題を多く設け, 順を追って考えていくことで位置エネルギーを導出できるように作問した。また, 科目「物理」(次年時以降で学習)において今回の考查で確認した考え方を振り返られるように, 関連性のある出題内容とした。

<問題>〔ばねの振動と力学的エネルギー〕 観点別学習状況の評価

思考・判断・表現

質量 m の小球を軽いばねでつるしたところ, ばねが自然の長さから d だけ伸びた状態で静止した。このときの小球の位置を点 P とする。重力加速度の大きさを g とする。

(1) ばね定数 k を求めよ。

次に小球を静止させた後, ばねが自然の長さとなる点 Q まで小球を持ち上げ, 静かに離れた。おもりは点 P を通過し, その後最下点 R で折り返した。

(2) おもりが点 P を初めて通過するときの速さ v を求めよ。

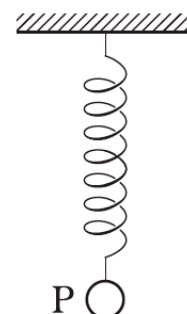
(3) 最下点 R におけるばねの伸びを求めよ。

(4) おもりが点 $Q \rightarrow$ 点 P と移動している間の, ばねの自然の長さからの伸びを x として次の (a), (b) に答えよ。ただし, 鉛直下向きを正とする。

(a) ばねの伸びが x の点における重力とばねの弾性力の合力 F (これを復元力と言う) を x の関数として表せ。

(b) 横軸にバネの伸び x を, 縦軸に復元力の大きさ F を取り, $F-x$ グラフをかけ。

ただし, $0 \leq x \leq d$ の範囲でかくこと。



表現・伝達

おもりが点Q→点Pへと移動している間の位置エネルギーについて、太郎君と花子さんが議論をしている。その会話文の内容を踏まえて、次の(5)に答えよ。

表現・伝達

会話文

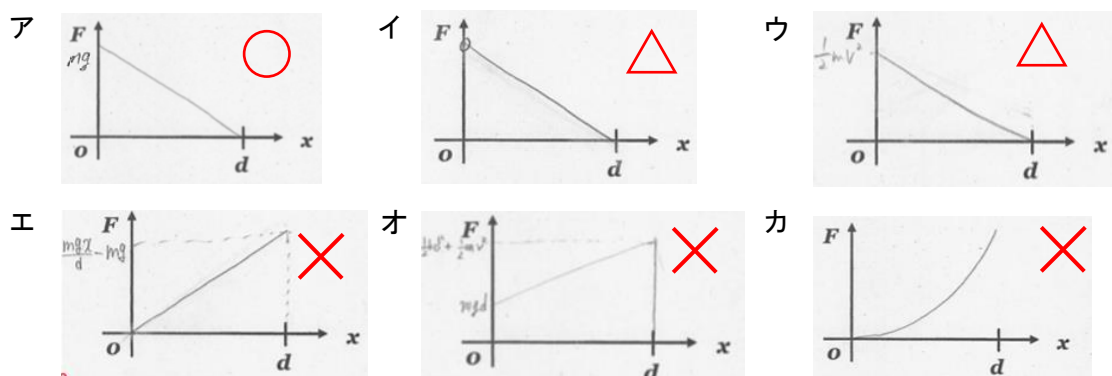
太郎：この問題のように、鉛直方向に伸び縮みするばねにつながれたおもりの運動を考えると、重力とばねの弾性力と両方の位置エネルギーを考えることになって面倒なのだけれど、何かよい方法はないかな。

花子：位置エネルギーは、「基準点に移動するまでにその力が仕事をする能力」のことだよ。だから、つり合いの位置を位置エネルギーの基準にとって、重力とばねの弾性力の合力を考えて、基準点まで移動する間にその合力がする仕事を求めれば、簡単だと思うわ。

(5) おもりが点Qにあるときの重力とばねの弾性力の合力（復元力）による位置エネルギーを、 k 、 d を用いて表せ。ただし、基準点を点P（重力とばねの弾性力がつりあう位置）とする。

<生徒の解答状況>

【資料1 (4)の(b)グラフの解答状況】



(4)の(b)については、右下がりの直線であって、横軸との交点が d 、縦軸との交点の値が mg と示されているものを正答（資料1の**ア**）とした。グラフの形状は合っているが、縦軸との交点の値が示されていないもの（**イ**）、値が不適切なもの（**ウ**）については、部分点を与えた。また、誤答としては、右上がりの直線をかいているものも多く見られ（**エ**）、そのほかは、原点を通らずに右上がりの直線になっているもの（**オ**）や二次曲線をかいているもの（**カ**）も見られた。

(5)については、前問とのつながりを踏まえ、グラフの囲まれた面積から求められるかが意図であったが、ばねの弾性力による位置エネルギーの式に d を代入して求めた値と答えが一致してしまうこともあり、導出過程を理解していなくても正解になっているものも一部で見られた。一方で、グラフで囲まれた面積を求めているが、指示された文字で回答していないので、部分点となってしまった生徒も一部で見られた（資料2）。ただし、考え方としては意図していたものであるため、こちら

【資料2 (5)の部分点の例】

※ $mg = kd$ から、 mg を k と d で置き換える必要があった。

を正解とした方がよかったとも考えられる。

(4)の(b)の正答率は、5.7%（部分点まで含めて約10%程度）、(5)の正答率4.3%（部分点まで含めて5%程度）であり、両方とも難題であったと考えられる。

＜実施後の教師の指導改善・生徒の学習改善に向けた取組について＞

考査後に、グループワークの形式で、問題の書き直しを実施した。十分な時間を確保して、取り組ませたところ、多くの生徒が正答にたどり着くことができた。定期考査では、全体に計算量が多く、生徒は時間内で十分に思考することができなかつたと思われる。考査の中で見取るには、より誘導を丁寧にする必要がある。

＜模範解答例＞

- (1) $\frac{mg}{d}$ (2) \sqrt{gd} (3) $2d$ (4) (a) $mg(1-\frac{x}{d})$
 (4) (b) (5) $\frac{1}{2}kd^2$

