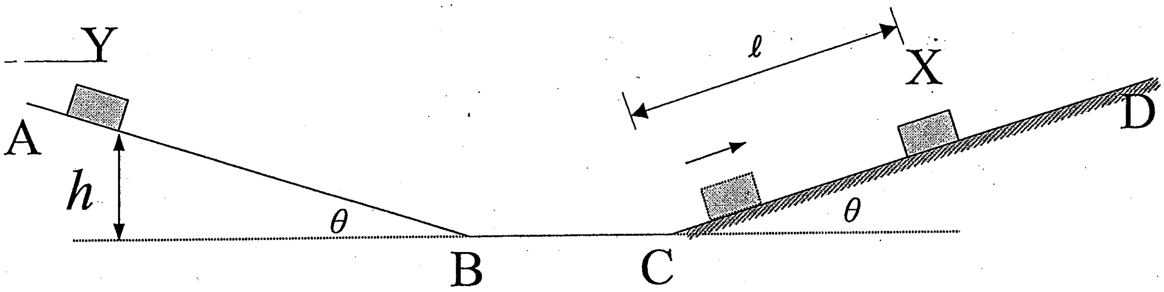
6/26 単元テスト「予想問題」　　.　組　番　名前

$\boxed{1}$ 図のような傾角 θ のなめらかな斜面 AB と水平面 BC、傾角 θ のあらい斜面 CD がある。

いま，斜面 AB 上の高さ h の点 Y から、質量 m の小物体を静かにはなしたら，小物体は斜面にそってすべり降り，BC を経て斜面 CD にそってのぼり始めたが，点 C からある距離を進んだ点 X で速度がいったん 0 になった。小物体と斜面との間の動摩擦係数を μ'，静止摩擦係数を μ，重力加速度の大きさを g とする。



問 1 小物体が最初に B を通過するときの速さ v_1 を求めたい。

(1)以下の空欄には適切な語を補い、選択肢からは適切なものを選びなさい。

このとき、物体に働く力は鉛直方向の（a　重　力）と斜面垂直方向の（b 垂直抗　力）である。このうち（a）は（保存力・非保存力）であり、小物体に仕事を（する・しない）

（b）は（保存力・非保存力）であり、小物体に仕事を（する・しない）

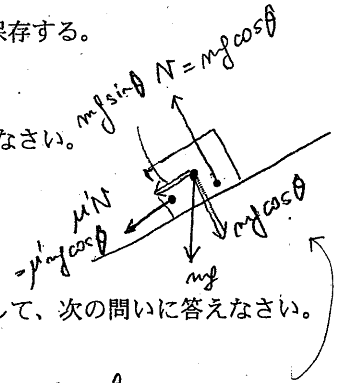
よって、Y から B に到達するまで、小物体の（c　力学的　エネルギー）は保存する。

重力による位置エネルギーの基準を BC 面とする。

(2)(c)が保存するとして、Y 点と B 点の(c)を検討した関係式を立式し、v_1 を求めなさい。

Y点　　B点，

$$mgh = \frac{1}{2}mv_1^2 \iff v_1 = \sqrt{2gh}$$



つぎに、CX 間の距離 l を求めたい。問 2～問 4 の 3 通りの方法で求めるものとして、次の問いに答えなさい。

問 2　斜面を登る小物体の加速度を求めて、距離を計算してみよう。

(1)斜面 CD を運動するとき、物体に働く力は、大きさ(a mg)の重力と、大きさ(b $mg\cos\theta$)の垂直抗力、そして、大きさ(c $\mu' mg\cos\theta$)の(d 動摩擦力)である。

(2)斜面 CD を上る方向を正の方向として、物体の運動方程式を立式しなさい。また、加速度を求めなさい。

$$ma = -mg\sin\theta - \mu' mg\cos\theta \iff a = -g(\sin\theta + \mu'\cos\theta)$$

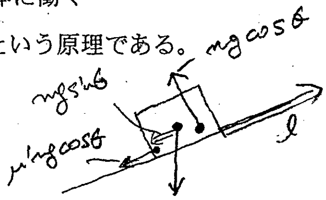
(3)加速度は一定値をとることから、この運動は等加速度運動といえる。距離 l はいくらか。

$v^2 - v_0^2 = 2ax$ から，

$$0 - \underbrace{(2gh)}_{v_1^2} = 2al \iff l = -\frac{gh}{a} = \underline{\frac{h}{\sin\theta + \mu'\cos\theta}}$$ //

問３　仕事の原理から考えてみよう。

(1)仕事の原理とは、物体の$_{\mathrm{I}}$（a　運動（K）　エネルギー）の変化は、物体に働く $_{\mathrm{II}}$（b 保存力 ・ 非保存力 ・ すべての力））の（c　仕事　）に等しいという原理である。



(2)物体がＣ点に達したときの(1)a はいくらか。　$\frac{1}{2}mv_1^2 = mgh$

(3)物体がＸ点に達したときの(1)a はいくらか。　$\frac{1}{2}m\cdot 0^2 = 0$

(4)物体に働く(1)b の力をすべて挙げよ。　重力・垂直抗力・動摩擦力

(5)(4)の力が小物体がＣからＸまで運動する間の(c)はいくらか。(4)で挙げた力すべてについて答えよ。lを用いてよい。

垂直抗力　$W = Fx\cos\alpha = mg\cos\theta \cdot l \cdot \cos 90^\circ = 0$

動摩擦力　$W = Fx\cos\alpha = \mu' mg\cos\theta \cdot l \cdot \cos 180^\circ = -\mu' mgl\cos\theta$

重力　$W = Fx\cos\alpha = mg\sin\theta \cdot l \cdot \cos 180^\circ = -mgl\sin\theta$

(6)小物体がＣからＸに至る運動について、仕事の原理に基づく式を立式し、距離lを求めよ。ただし、下線部Ⅰを左辺に、Ⅱを右辺に配して立式すること。

$$\underbrace{\overset{あと}{0} - \overset{さき}{mgh}}_{\mathrm{I}} = \underbrace{-\mu' mgl\cos\theta - mgl\sin\theta}_{\mathrm{II}}$$

$$l = \frac{h}{\sin\theta + \mu'\cos\theta}$$

問４「力学的エネルギーと仕事の関係」から考えてみよう。

(1) 物体の力学的エネルギーの変化は、物体に働く（a 保存力・非保存力・すべての力）の（b　仕事　）に等しい。

(2)位置エネルギーの基準を面BCとすると、

(a)物体がＣ点に達したときの力学的エネルギーはいくらか。　$\overset{K}{\frac{1}{2}mv_1^2} + \overset{U_g}{0} = \underline{mgh}$

(b)物体がＸ点に達したときの力学的エネルギーはいくらか。lを用いてよい。　$\overset{K}{0} + \overset{U_g}{\underline{mgl\sin\theta}}$

(3)物体に働く(1)b の力をすべて挙げよ。　動摩擦力

(4)(3)で挙げた力が小物体がＣからＸまで運動する間に小物体にする仕事はいくらか。挙げた力すべてについて答えよ。lを用いてよい。　問3.(5)より．$W = -\mu' mgl\cos\theta$

(5)小物体がＣからＸに至る運動について、力学的エネルギーと仕事の関係の式を立式し、距離lを求めよ。

$$\overset{あと}{mgl\sin\theta} - \overset{さき}{mgh} = \overset{仕事}{-\mu' mgl\cos\theta}$$

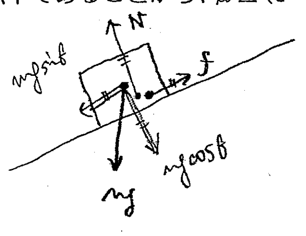
$$l = \frac{h}{\sin\theta + \mu'\cos\theta}$$

問５　Ｘに達した物体は、その後動き出すことなく静止した。

このとき、（a　静止　摩擦力）は（b　最大静止　摩擦力）以下であることから、$\mu \geqq$（c　$\tan\theta$　）である。

$$mg\sin\theta \leqq \overset{(最大)}{\mu N} = \mu mg\cos\theta$$

$$\mu \geqq \frac{\sin\theta}{\cos\theta} = \tan\theta$$

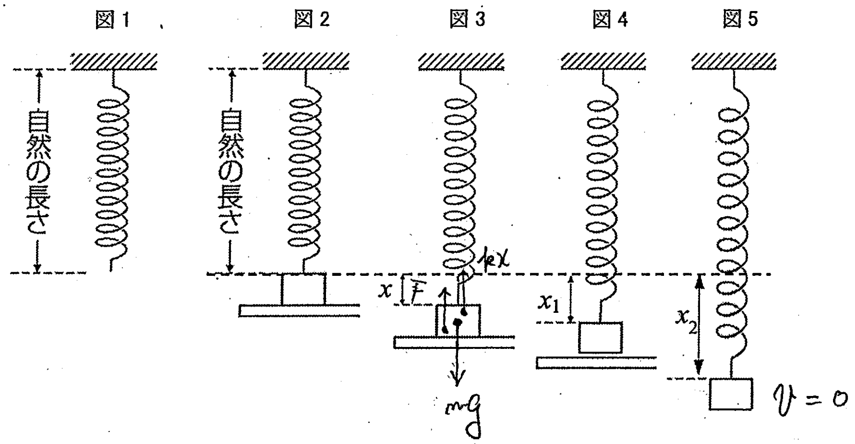


力のつり合いから、

$N = mg\cos\theta$

$f = mg\sin\theta$

2 リードα113 類題　ばね定数 k〔N/m〕の軽いつる巻きばねの一端を固定し，他端に質量 m〔kg〕のおもりをつるして，おもりを下から手で持った台で，ばねが自然の長さになるように支える。重力加速度の大きさを g〔m/s²〕とする。



台をゆっくりおろしていくとき（図２→図３→図４）を考える。

(0)このとき、物体に働く力は（a すべて保存力である・非保存力が含まれるが仕事をしない・非保存力が含まれ、仕事をする）ので、力学的エネルギーは（b 保存する・保存しない）。

(1)図３のように、台が x〔m〕だけ下がった位置で台がおもりを支える力 F〔N〕の大きさを求めよ。(ヒント：図(3)に、おもりに働くすべての力をかいて検討すると良い)　力のつり合いより，$F+kx-mg=0$

$F=mg-kx$ [N] —①

次に、おもりが台から離れるとき(図４)を考える。

(2)この時、物体が台から受ける力の大きさ F はいくらか。　$F=0$　　①式より，$mg-kx_1=0$

(3)物体が台から離れるときのばねの伸び x_1〔m〕を求めよ。　$x_1=\frac{mg}{k}$

又は，力のつり合いより，$mg-kx_1=0$ としても良い。

(4)図２の状態から図４の状態までに台がおもりにした仕事は、おもりの進行方向と力の方向を考えると、（a 正・負）の仕事である。また、今の場合その仕事の大きさは（b 力学的 エネルギー）の変化に等しい。自然長の位置を重力の位置エネルギーの基準にとれば、図２の状態の(b)は(c　0　)となり、図４の状態の(b)は x_1 をつかって(d　$\overset{K}{0}+\overset{U_g}{mg(-x_1)}+\overset{U_s}{\frac{1}{2}kx_1^2}$)である。よって、台がおもりにした仕事の大きさは、m,k,g を使って(e　$\frac{m^2g^2}{2k}$ [J]　)である。

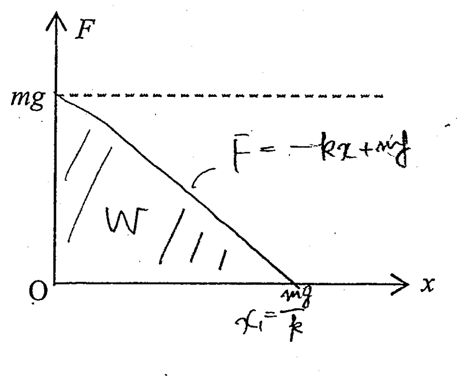
台がおもりにした仕事の大きさ ＝ 力学的エネルギーの変化

$\frac{1}{2}k\left(\frac{mg}{k}\right)^2-mg\left(\frac{mg}{k}\right)=\frac{m^2g^2}{2k}$ [J]

(5)縦軸を台がおもりを支える力の大きさ F，横軸を x として、F-x グラフをかきなさい。

(6) F-x グラフの（ 面積 ）が仕事の大きさを表すことから、仕事の大きさが(4)(e)であることを確認しなさい。　一致！

$W=\frac{1}{2}\times\frac{mg}{k}\times mg=\frac{m^2g^2}{2k}$ [J]



はじめの状態（図２）から、台を急に取り去った場合，最下点はでのばねの伸びは、x_2〔m〕となった。（図５）

(7) 図２の状態から図５の状態になるまでに、物体に働く力は（a 重力　力）と（b 弾性　力）であり、いずれも（c保存力／非保存力）であるから、力学的エネルギーは保存（dする／しない）

$x_2 \neq 0$ として、全体を x_2 で割り、

(8)x_2〔m〕はいくらか。(7)を参考に検討すること。

力学的エネルギー保存則より

図2時　　図3時

$$0 = mg(-x_2) + \frac{1}{2} \cdot k x_2^2$$

$$x_2 = \frac{2mg}{k}$$ //

(10)おもりの最下点について，x_1 と x_2 の差が生じた理由はなにか。以下の文章に続く形で、「力学的エネルギー」という言葉を使って述べよ。

例　板を急に取り去った場合には、力学的エネルギーが保存される

台

一方で、板をゆっくり下降させた場合は、台がする仕事の分だけ、力学的エネルギーが減少する。(である)ため。

↑

ごめん、とばしよう。

略解 $\boxed{1}$問１　(1) 重力、垂直抗力、保存力、する、非保存力、しない、力学的　(2) $\sqrt{2gh}$

問２　(1)mg　$mg\cos\theta$　$\mu' mg\cos\theta$　動摩擦力　(2) $a = -g(\sin\theta + \mu'\cos\theta)$

(3) $l = \dfrac{h}{(\sin\theta + \mu'\cos\theta)}$ （問２～問４で共通）

問３　(1)運動エネルギー、すべての力、仕事、(2) $(\frac{1}{2}mv_1^2 =)mgh$，(3)0

(4)重力、垂直抗力、動摩擦力　(5)重力－$mgl\sin\theta$、垂直抗力０、動摩擦力－ $\mu' mgl\cos\theta$

(6) $0 - mgh = -mgl\sin\theta - \mu' mgl\cos\theta$

問４　(1)非保存力、仕事　(2)mgh，$mgl\sin\theta$　(3)動摩擦力　(4)－ $\mu' mgl\cos\theta$

(5) $-\mu' mgl\cos\theta + mgh = mgl\sin\theta$

問５　静止摩擦力　最大摩擦力（最大静止摩擦力）、$\tan\theta$

$\boxed{2}$　(0)非保存力が含まれ、仕事をする。保存しない

(1) $mg - kx$[N]　(2)0 (3) $\dfrac{mg}{k}$[m](4)負　力学的　$\dfrac{1}{2}kx_1^2 - mgx_1$[J]　$-\dfrac{m^2g^2}{2k}$[J] (6)面積

(7)重力、弾性力　保存力　する　(8) $\dfrac{2mg}{k}$[m]

詳細・訂正はウェブページから。（本日夜に UP）