

平成 25 年度夏学期 力学 B (鳥井) レポート問題 6

出題：5月16日 締切：5月23日授業開始前

1. 質量 m のブロックを板の上に乗せ、水平面に対する板の角度 θ を大きくしていったら、ちょうど $\theta = \theta_0$ のときに滑り出した。以下の問いに答えよ。

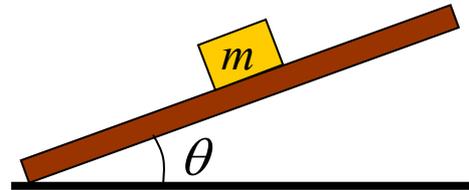
(1) 滑り出す前の角度において、ブロックに働いている①重力、②垂直抗力、③摩擦力を矢印で表わせ。

(2) ブロックが滑り出す直前における、垂直抗力の大きさ N 、および摩擦力の大きさ F_{\max} (最大静止摩擦力) を求めよ。

(3) 静止摩擦係数 μ は、 $F_{\max} = \mu N$ で定義される。このブロックと板との間の μ を θ_0 で表わせ。

(4) ブロックが動き始めてからの摩擦力 (動摩擦力) の大きさは $F = \mu' N$ (ただし $\mu' < \mu$) で与えられるとする。横軸を θ 、縦軸を摩擦力の大きさとするグラフの概形を描け。

(5) (実験実習) (3) の解答を参考にして、身近にある物体間 (例えば消しゴムとノート) の静止摩擦係数を測定せよ (おおよその値でよい)。1 より大きい静止摩擦係数の測定に成功した場合は、特別なレポート点を与えるので、その詳細 (用いた物体の材質、形状など) を報告すること。(注) 粘着力は摩擦力とはみなしません。



2. 宇宙からの放射線の影響 ($n + {}^{14}\text{N} \rightarrow {}^{14}\text{C} + {}^1\text{H}$ という核反応) により、大気中には一定割合 (約 10^{-12}) の ${}^{14}\text{C}$ が二酸化炭素の形で常に存在している。 ${}^{14}\text{C}$ は半減期 (量が元の半分になるまでの時間) 5730 年で β 崩壊する放射性同位元素で、二酸化炭素を光合成で取り込む植物、その植物を摂取する動物、これらを食物とする人間にも大気中と同じ割合で ${}^{14}\text{C}$ が存在している。以下の問いに答えよ。

(1) 1 個の ${}^{14}\text{C}$ 原子が 1 秒間に崩壊する確率を Γ (「ガンマ」と読む) とする。ある時刻に $N(t)$ 個の ${}^{14}\text{C}$ 原子が存在していたとする。時刻 t から $t + \Delta t$ の間に崩壊する ${}^{14}\text{C}$ 原子の平均個数を求めよ。

(2) 微分の定義式 $\frac{dN}{dt} = \lim_{\Delta t \rightarrow \infty} \frac{N(t + \Delta t) - N(t)}{\Delta t}$ より、 $N(t)$ の満たす微分方程式を求めよ。

(3) ${}^{14}\text{C}$ の半減期が 5730 年であることを用いて、 Γ の具体的な値を計算せよ。

(4) ある化石に含まれていた ${}^{14}\text{C}$ 原子の割合が、大気中における ${}^{14}\text{C}$ 原子の割合の 1% であったとする。この化石が生存していたのは今から何年前か?

(5) ${}^{14}\text{C}$ 原子を 1g 集めたとき、1 秒間に崩壊する ${}^{14}\text{C}$ 原子は何個か。

(6) 人体を構成する元素は 1 番目が酸素 (質量比 65%)、2 番目が炭素 (質量比 18%) である。人体に存在する 1kg あたりの ${}^{14}\text{C}$ の放射能 (単位はベクレル/kg) を求め、厚生労働省が示した食品中の放射能の基準値 (別紙) と比較せよ。あなたは基準値を妥当と思うか?