物理・物理基礎に関する質問への回答

Ｑ１　参考書についての質問です。今、リードαを解いているのですが、終わり次第新しい参考書を購入しようと考えています。学校から何か参考書は配られますか？また、おすすめの参考書はなんですか？

⇒今年度は自学用に重要問題集を購入して配付します。解き方については別途プリントを併せて配ります。重要問題集は難関大から国公立大まで幅広く対応できる問題集なので、この一冊をそれぞれの志望校に合わせて解き進めていけば大丈夫です！あれもこれも手を出すよりは教科書、リードアルファ、研究ノートと併せて「使い倒す」ことが大事です。
重要問題集を仕上げたうえでさらにということであればいつでも相談に来てください！
あと、物理教室１、２には参考書等も置いていますので自由に使ってください。

Ｑ２　物理基礎研究ノート 92 番のかっこ 2 番水圧の分はなぜかからないんですか

物理基礎研究ノート 87 番の(3)滑った後と前での力学的エネルギー変化は動摩擦力がした仕事で解いたんですけど、正解じゃなくて、それではだめですか

87＜解答の補足＞

質問は解答冊子にある（3）を等加速度直線運動の 3 公式で解くのではなく，「物体に保存力以外の力（今回は動摩擦力）が仕事をすると，その仕事の量だけ物体の位置エネルギーが変化する（物理基礎Ｐ95参照）」という考え方を用いても解けないかということでした。もちろん『解けます！』以下ように考え見ましょう。

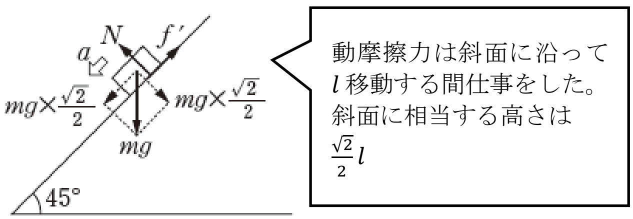
物体が斜面に沿ってlだけすべりおりた高さを重力による位置エネルギーの基準とします。また，そのときの速さvをとすると，以下の式が成り立ちます。
（はじめの重力による位置エネルギー）－（動摩擦力による仕事）＝（すべりおりたあとの運動エネルギー）

$$mg\left(\frac{\sqrt{2}}{2}l\right)-\mu'\times\frac{\sqrt{2}}{2}mg\times l=\frac{1}{2}mv^2$$

これを解くと

$$v=\sqrt{\sqrt{2}\,gl(1-\mu')}$$

となります。



※今回の問題のテーマが運動方程式であり，
（1）で運動方程式を立て，(2)で運動方程式を解き加速度を求め，(3)等加速度直線運動の 3 公式を使って解くという解答の流れを意識した問題だと思われます。

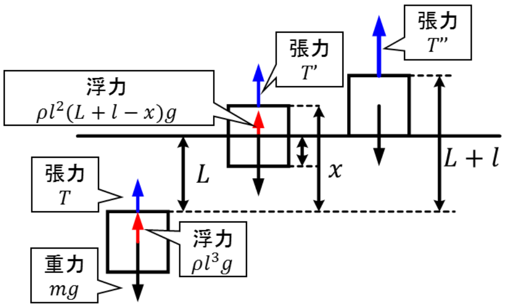
92＜解答の補足＞

物理基礎の教科書Ｐ74 にあるように水圧の差が浮力となっています。この問題では側面にかかる水圧は対称性から打ち消され，上面と下面の水圧の差が$F=\rho Vg$となって生じます。

さて，実際に解答する際に立方体の一部が水中にあるときの浮力をどう表すかで迷ったのだと思います。浮力の大きさは水中の体積に比例（物体が排除した流体の体積）するので，今回の浮力の大きさは（空気中に出始めて，完全にで終わるまでは）水中に沈んでいる深さに比例すると考えられます。つまり，水中にある立方体の長さ（深さ）が減るにつれてその浮力の減少分を張力が担うことになります。

(1)①立方体が完全に水中にあるときは，浮力は$\rho l^3 g$で一定である。よってこのときの張力をTとすると力のつりあいより

$T+\rho l^3=mg \quad \therefore T=mg-\rho l^3 g$



②引き上げた高さxをとすると，水中に沈んでいる部分の長さは$l-(x-L)=l+L-x$となるので，このときの張力をT'とすると力のつりあいより

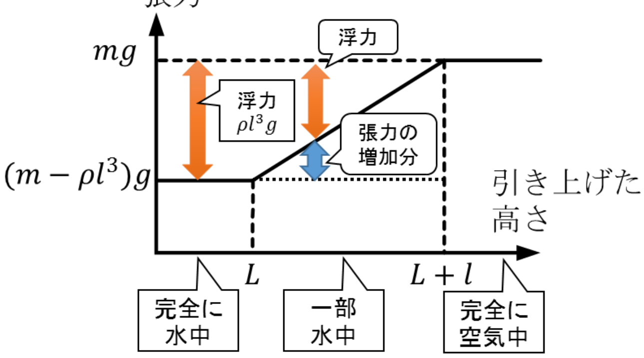
$T'+\rho l^2(l+L-x)=mg \quad \therefore T'=\rho l^2 gx+mg-\rho l^2(l+L)g$　この式はxの一次関数です。

※$T'=\rho l^2 gx+mg-\rho l^2(l+L)g=mg-\rho l^3 g+\rho l^2(x-L)g=T+\rho l^2(x-L)g$
と書き直すと完全に水中にあるときの張力に，水の外に出ることで減少した浮力に相当する力が加わっていることが分かります。

③完全に水中から出たときの張力をT''とすると力のつりあいより

$T''=mg$

①～③よりグラフは以下のようになります。



Q３　物理研究ノートの 62 番の解説をお願いします。

遠心力と内心力の違いがわかりません。※向心力のことだと思いますので以下に回答します。

まずは、研究ノートの解答を補足します。

(1)（ｱ）床面の重力による位置エネルギーの基準とすると力学的エネルギー保存則より

重力の位置エネルギーは基準を明記

$mgr=\frac{1}{2}mv^2+mgrcos\theta$　これを解いて

$v=\sqrt{2gr(1-cos\theta)}$　－①

(ｲ)円の中心方向の運動方程式は（B→O の向きを正）

$m\frac{v^2}{r}=mgcos\theta-N$　－②

$\frac{v^2}{r}$は円運動の加速度
右辺の合力が向心力（円運動の原因）

これを Nについて解き①を代入すると

$N=mgcos\theta-m\frac{v^2}{r}=mg(3cos\theta-2)$　－③

(2)(ｳ)点 C では小球が半球の表面から離れるので垂直抗力が 0 となる。

ある物体から離れる→その物体からの垂直抗力が 0

この時の∠AOC＝θ_Cとおくと③より

$0 = mg(3cos\theta_c - 2)$ これを解いて

$\cos\theta_c = \frac{2}{3}$

(3)求める初速度の大きさをv_0として、点 A での運動方程式を立てると

$m\frac{v_0^2}{r} = mg - N$ これを Nについて解くと $N = mg - m\frac{v_0^2}{r}$ ―④

小球がすべらずに点 A で離れるためには$N \leqq 0$ であればよいので④より

$mg - m\frac{v_0^2}{r} \leqq 0$ これを解いて $v_0 \geqq \sqrt{gr}$

N>0 でなければ離れるということ！

解答そのものが詳しいので補足そのものあまりありません。

さて，解説はさておきおそらく質問の趣旨は

どんなとき「向心力」を用いて、どんなとき「遠心力」を使えばいいのか？

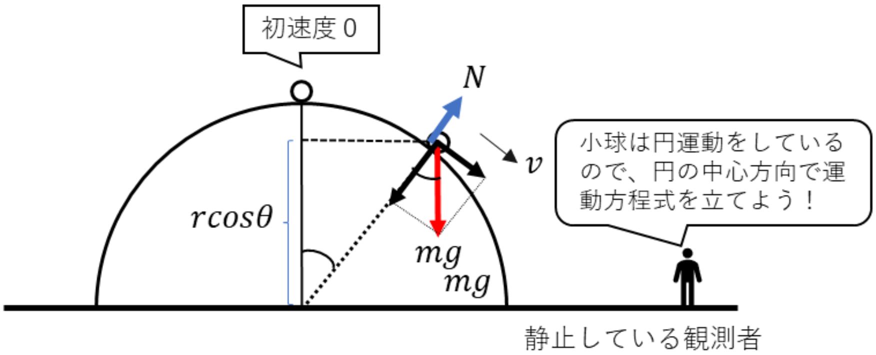
ということだと思います。そう、これは物理選択者の多くが抱く疑問です。簡単に言えば、

観測者が「地面で静止している」ならば**向心力による円運動の運動方程式**を

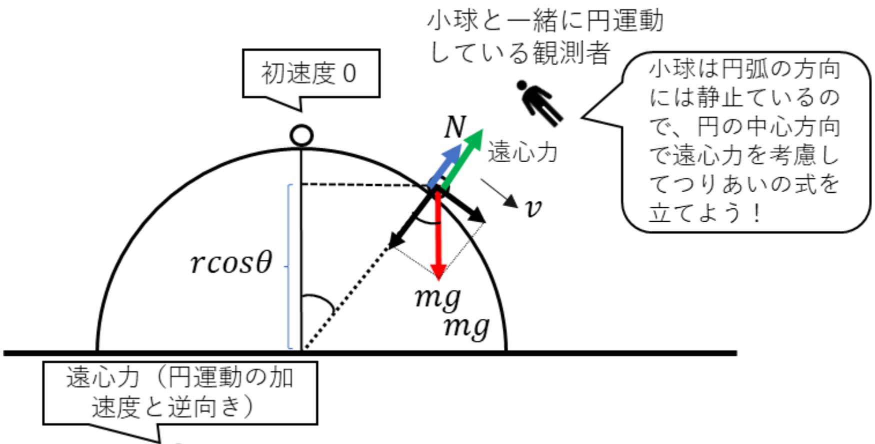
観測者が「一緒に円運動をしている」ならば**遠心力を考慮したつりあいの式**を立てる

といった具合の理解でいいと思います。慣性力（遠心力）はとても便利ですが、今のうちは、直線運動、円運動、単振動は運動方程式を立てる意識で練習をしてもいいと思います。

参考までに今回の問題(ｲ)での立式について図をつけておきます。



$m\frac{v^2}{r} = mgcos\theta - N$ ： 運動方程式$ma = F$（向心力）



$m\frac{v^2}{r} + N - mgcos\theta = 0$ 円の中心方向の合力が0

教科書 P68-69 にもこの問題に関する説明がありますよ。