

**ПІДРУЧНИКИ ФІЗИКИ ТА АСТРОНОМІЇ (ВИЩА І СЕРЕДНЯ ШКОЛИ)
ЯК ОСНОВНІ ЗАСОБИ РЕАЛІЗАЦІЇ ОСВІТНІХ СТАНДАРТИВ.
ЦІЛЕСПРЯМОВАНІСТЬ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
ОРГАНІЗАЦІЙНО-УПРАВЛІНСЬКИХ ФУНКЦІЙ
В ПІДРУЧНИКАХ ФІЗИКИ ТА АСТРОНОМІЇ**

УДК 372

Е.Л. Антипин, В.Ф. Дмитриева, П.И. Самойленко

Московский государственный университет технологий и управления

ФОРМИРОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ФИЗИЧЕСКОГО ЗНАНИЯ

Профессиональные качества и культурный уровень человека во многом определяются устойчивостью тех знаний, которыми он овладевает в процессе обучения. В данной статье приводится пример такой модели обучения, которая способствует устойчивому закреплению базовых знаний по физике.

Ключевые слова: устойчивость, компактность.

Настоящее время – противоречивое время. С одной стороны, мы видим удивительные достижения в различных областях научного познания мира: расшифровка геномного кода, расцвет электроники, использование атомной энергии и т.д. Жизнь современного человечества буквально пропитана использованием результатов этих открытий. А с другой стороны, уровень образования современного человека просто катастрофически падает. Несмотря на то, что блага современного цивилизованного мира во многом обусловлены расцветом физики, химии, математики и т.д., сами эти дисциплины не "в почете". К сожалению, в современной системе образования (особенно, школьного уровня) видна тенденция на сокращение времени, отводимого на изучение этих дисциплин. В частности, это привязывается к так называемым рейтингам, проводимым среди родителей школьников. Большинство отдает предпочтение гуманитарным наукам. Таким образом, уже самый базовый уровень знаний (например, по физике) ставится под сомнение.

Тем не менее, от физического знания нельзя отказываться. Приходится как-то "хитрить и изворачиваться", чтобы сформировать некий "остров" физического знания у студентов, укладываясь в отведенное время. Цель данной статьи состоит в предложении одной из таких "хитростей". Это может помочь в преподавании физики на тех специальностях, где она не несет репающей нагрузки. Как известно, в физике существует целый ряд направлений, например, механика, молекулярная физика, оптика и т.д. В качестве примера рассмотрим классическую механику с ее основными разделами: кинематика, динамика, законы сохранения, движение твердого тела. В рамках каждого раздела существуют свои типовые задачи, решая которые, студент овладевает соответствующими знаниями. Суть предложения в том, чтобы выбрать из всего многообразия физических задач такие, на которых можно показать и запомнить закономерности большинства разделов. Студенту не придется переключаться с одной модели на другую, все его внимание будет направлено на понимание соответствующих законов. Формируется некий "гвоздь" в памяти человека, на который можно "вешать" разные "картинки-законы" (перефразируя известное изречение Александра Дюма – старшего). Образуется очень компактная и емкая область физического знания. Разумеется, она не может претендовать на основательность. Зато она будет обладать устойчивостью, к ней всегда можно будет обратиться за той или иной информацией.

Приведем небольшой набросок такого построения. Каждый преподаватель сможет изменить его, сообразуясь со своим вкусом и уровнем подготовки. Как уже выше отмечалось, рассмотрим классическую механику. Представляется, что такой удобной моделью здесь может выступить наклонная поверхность. Сначала рассмотрим неподвижную наклонную поверхность с углом наклона α (в частном случае, α может обращаться в ноль, что соответствует горизонтальной поверхности).

В качестве кинематической задачи рассмотрим движение тела, брошенного под углом к горизонту. Например, мяч вылетает с начальной скоростью \vec{v}_0 перпендикулярно наклонной поверхности. Требуется найти время и дальность полета. Сам угол можно отсчитывать как от наклонной поверхности, так и от горизонтального уровня. Соответственно, существует и возможность выбора той или иной системы отсчета (хотя сами результаты вычислений и не зависят от такого выбора). Представляется полезным, если студент выполнит вычисления одновременно, например, в двух вариантах расположения системы отсчета, используя максимальным образом благоприятные возможности каждого. Например, в нашем случае разумно провести ось X через точку приземления мяча – т.С (рис. 1). В этом случае $Y(C) = 0$ или $Y(\tau) = 0$, где τ – время полета. Записав уравнение движения:

$$Y(t) = h_0 + v_0 \cos \alpha - \frac{gt^2}{2}$$

И, используя соотношения: $h_0 = l \sin \alpha$ и $Y(\tau) = 0$, получаем искомые значения:

$$\tau = \frac{2v_0}{g \cos \alpha} \text{ и}$$

$$l = \frac{2v_0^2 \tan \alpha}{g \cos \alpha}$$

Те же вычисления можно провести и в другой системе отсчета (рис. 2).

Разумеется, задачу можно усложнить, определив в качестве задания на-

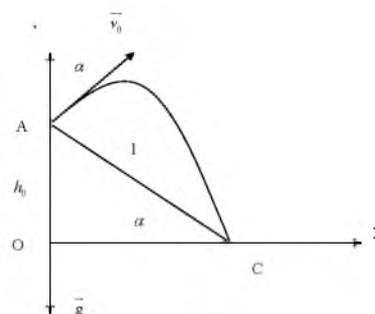


Рис. 1

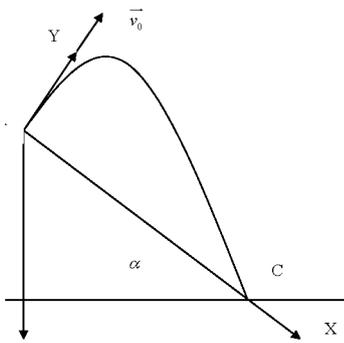


Рис. 2

Возможность использования наклонной поверхности позволяет в достаточной степени освоить теоретический материал кинематики.

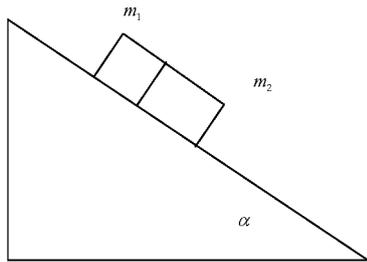


Рис. 3

расположены два бруска с массой m_1 и m_2 . Коэффициент трения верхнего бруска о плоскость μ_1 , а нижнего – μ_2 . Найти силу взаимодействия брусков при их совместном соскальзывании с наклонной плоскости (рис. 3).

Опять-таки, студент должен понимать, что силы и ускорения имеют абсолютный характер во всех ИСО. Поэтому выбор системы отсчета произволен и следует выбирать такую ИСО, в которой определение требуемой величины связано с минимальным объемом расчетов и максимальной наглядностью. В данном случае, сила взаимодействия этих двух тел выражается в давлении, которое производит одно тело на другое. Рассмотрим случай, когда 1-е тело (верхнее) движется, а 2-е – покоится. Т.е выполняются условия: $\mu_1 \leq tg\alpha$ и $\mu_2 > tg\alpha$. Т.о. система будет двигаться с общим ускорением \vec{a} . Вводим систему координат и обозначаем все силы, участвующие в данной задаче (рис. 4).

\vec{P}_1 – сила давления верхнего бруска на нижний, \vec{P}_2 – наоборот. По 3-му закону Ньютона

$$\vec{P}_1 = -\vec{P}_2 \text{ и } P_1 = P_2 = P.$$

Теперь только осталось применить 2-ой закон Ньютона к данной системе:

$$m_1 \vec{a} = m_1 \vec{g} + \vec{N}_1 + \vec{F}_{mp1} + \vec{P}_2$$

$$m_2 \vec{a} = m_2 \vec{g} + \vec{N}_2 + \vec{F}_{mp2} + \vec{P}_1$$

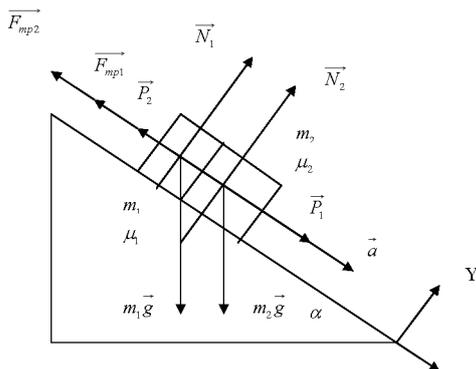


Рис. 4

хождение тангенциального ускорения W_t , нормального ускорения W_n , радиуса кривизны траектории R в произвольной ее точке и уравнения самой траектории. Ввод, например, ветра, дующего с постоянной скоростью в заданном направлении, позволяет использовать классический закон сложения скоростей. Таким образом, использование наклонной поверхности позволяет в достаточной степени освоить теоретический материал кинематики.

Обратимся теперь к динамике. Здесь существует большое многообразие задач, в которых используется наклонная поверхность. Рассмотрим пару примеров достаточного уровня сложности. В первой задаче на наклонной поверхности

Упростим несколько задачу, положив $m_1 = m_2 = m$. Проектируя уравнения на оси координат, получаем искомым результат

$$P = \frac{1}{2}(\mu_2 - \mu_1)mg \cos \alpha.$$

Опять-таки, подобные задачи можно усложнять многими способами. Например, вводом дополнительных приспособлений, например, блока.

До этого момента наклонная поверхность была неподвижной. Это существенно упрощает решение многих задач. В следующей задаче рассмотрим именно наклонную поверхность, которая совершает движение по заданному закону.

На гладкой поверхности находится призма массой M с углом наклона α и на ней брусок массой m . K – коэффициент трения между призмой и бруском ($k \geq tg\alpha$). В момент $t=0$ на призму начала действовать горизонтальная сила, зависящая от времени: $F = bt, b = const$. Найти путь S , пройденный призмой до момента начала скольжения бруска по призме (рис. 5).

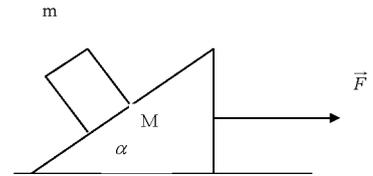


Рис. 5

Выбираем оптимальную систему отсчета, указываем все действующие силы (рис. 6). Здесь необходимо понимать, что система отсчета, связанная с движущейся призмой, – неинерциальная. Чтобы "вернуть" ее инерциальность – следует ввести соответствующую силу инерции (сила инерции поступательного движения) $\vec{F}_u = -m\vec{a}$, где \vec{a} – ускорение всей системы. Условие срыва бруска:

$$\vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_{mp} + \vec{F}_u = 0 \text{ и } F_{mp} = kN$$

Получаем, что при $a = g \frac{k - tg\alpha}{1 + ktg\alpha}$, брусок сорвется с места.

Пусть t_0 – время срыва. Тогда

$$t_0 = \frac{M+m}{b} g \frac{k - tg\alpha}{1 + ktg\alpha} \text{ и } a(t_0) = \frac{bt_0}{M+m}$$

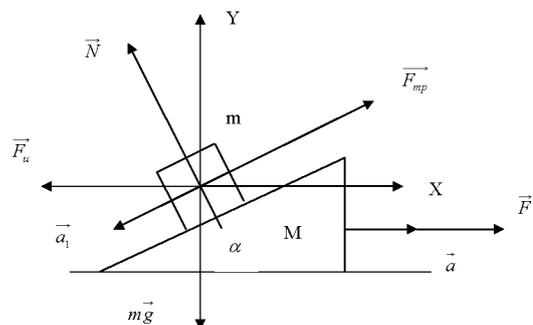


Рис. 6

Интегрируя уравнение движения, можно показать

$$S(t) = \frac{bt^3}{6(M+m)},$$

а, значит,

$$S(t_0) = \frac{(M+m)^2}{6b^2} g^3 \left(\frac{k - tg\alpha}{1 + ktg\alpha} \right)^3.$$

Как видно из этого примера, мы работаем в неинерциальной системе отсчета. Эту тему можно развить, рассматривая наклонную поверхность, например, в лифте, который поднимается (опускается) с известным ускорением. Кроме того, можно рассмотреть вращающуюся наклонную призму.

Наконец, обратимся к законам сохранения. Рассмотрим типичную задачу на закон сохранения энергии. Тело скользит по наклонной поверхности с известной высоты h .

μ – коефіцієнт трення между телом и плоскостью. Требуется найти скорость v_k тела в конце спуска (рис. 7).

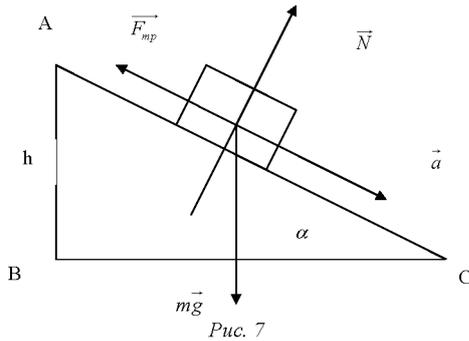


Рис. 7

Т.к. существует трение (т.е. не все силы в данной задаче консервативны), то полная механическая энергия в системе не сохраняется. Выбираем соответствующий уровень отсчета потенциальной энергии (например, т.С). Имеем

$$W_A = mgh, W_C = \frac{1}{2}mv^2, W_C - W_A = A_{mp} < 0.$$

Используя определение работы и $F_{mp} = \mu N$, получаем

$$v = \sqrt{2gh(1 - \mu \text{ctg} \alpha)}.$$

УДК 535:378.147.016

П.С. Атаманчук, А.О. Губанова, О.П. Паюк
Кам'янець-Подільський державний університет

МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИВЧЕННЯ ПРИНЦИПУ ГҮЙГЕНСА-ФРЕНЕЛЯ В УМОВАХ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ СКЛАДНОСТІ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ

Стаття присвячена методиці вивчення принципу Гюйгенса-Френеля в курсі загальної фізики для студентів вузів та учнів старших класів середньої школи, що ставить за мету досягнення результату глибокого розуміння теорії. Для цього використовується ряд задач, в яких поступово збільшується інформаційна складовая теорії коливань.

Ключові слова: принцип Гюйгенса-Френеля, хвильовий фронт, плоскополяризоване світло, різниця фаз електромагнітних коливань, когерентність хвиль, інтерференція.

Методична складність подання вчення про світло у значній мірі пов'язана з різнобічністю розгляду світлових явищ. Квантова природа, прямолінійне поширення світла в однорідному середовищі та його хвильові властивості свідчать про неосяжну первинну суть того явища, що людство називає "світло".

В даній статті, використовуємо методику побудови параграфів у підручнику з фізики для середньої школи О.В.Пьоришкіна. А саме – виділимо його три змістовні частини:

- опис дослідів та спостережень, що складають основу формулювання гіпотези;
- вправи, що складаються з великої кількості задач, причому задачі підібрані за принципом поступового ускладнення, пов'язаного з деталями навчального матеріалу підвищеної складності, що використовується в теорії;
- вправи закінчуються олімпіадними завданнями, які відповідають поглибленому розумінню явищ, які вивчаються;

Традиційно вивчення оптики у вищій школі складається з таких розділів: фотометрія, геометрична (лінійна) оптика, хвильова (фізична) оптика, квантова оптика.

Це формалізований підхід, бо йдеться про один і той же матеріальний об'єкт.

- Гіпотеза Гюйгенса та її пояснення:

На основі спостереження розповсюдження хвиль на поверхні води Гюйгенс сформулював такий принцип: будь-яка точка простору, до якої доходить світлове збурення (хвиля), стає джерелом вторинних сферичних хвиль, частота яких дорівнює частоті падаючої хвилі. Фронт результуючої хвилі є огинання фронтів вторинних хвиль. Фронт хвилі (хвильова поверхня) – це поверхня, яка являє собою

В качестве движущегося тела можно рассмотреть, например, произвольное тело вращения (шар, цилиндр и т.д.). В этом случае, в рамках данной модели, можно изучить закономерности вращательного движения твердого тела (в частности, понятие момента инерции).

Многие задачи можно решать разными способами. Одну и ту же задачу можно, например, решить одновременно кинематически и исходя из законов сохранения. Это также можно использовать в данном случае, чтобы некоторым образом "скрепить" данную модель, образовать из нее компактное и емкое образование. Хотелось бы еще раз отметить, что данная система не обладает той полнотой физического знания, которая потребуется, например, физику-инженеру. Такая цель здесь и не ставится. А для нефизических специальностей, – первой дело (по нашему мнению). Именно, в смысле практического освоения теоретического минимума физического знания.

Professional qualities and a cultural level of the person in many respects are defined by stability of that knowledge which it seizes during training. In given clause the example of such model of training which promotes steady fastening of base knowledge on the physicist is resulted.

Key words: stability, compactness.

Отримано: 18.10.2007

геометричне місце точок, в яких коливання здійснюються в однакових фазах [1, с.30, 150].

Якщо точкове джерело світла розташувати в однорідному середовищі (світло поширюється з однаковою швидкістю в усіх напрямках), то поверхні оптичних хвиль з однаковою фазою коливань мають вигляд сфер. Такі оптичні хвилі називаються сферичними. Якщо сферична хвильова поверхня значно віддалена від джерела, то невелику її частину з достатнім наближенням можна вважати плоскою. В таких випадках говорять про плоску хвилю.

За напрямком поширення сферичних або плоских хвиль в однорідному середовищі завжди беруться перпендикуляри до хвильового фронту. Вздовж перпендикулярів до хвильового фронту поширюється енергія випромінювання. В променевій оптиці напрямком, вздовж якого поширюється енергія випромінювання, ми називаємо променями і користуємося ними для знаходження положення та розміру зображення. Співпадання нормалей до хвильової поверхні з променями дозволяє і в хвильовій оптиці користуватися поняттям променя. Це надзвичайно спрощує розрахунки величини фази коливання в будь-якій точці простору, що досягається хвилею в кожний момент часу. Поширенню сферичної хвилі відповідає гомоцентричний пучок променів, що сходяться або розходяться (рис. 1, а), а поширенню плоскої хвилі – паралельний (рис. 1, б) [4, с.73].

Принцип Гюйгенса дає можливість визначити положення хвильового фронту для будь-якого моменту часу. Для цього Гюйгенс ввів поняття вторинних елементарних сферичних хвиль. Джерелами вторинних

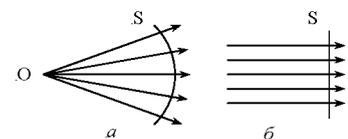


Рис. 1. Переріз сферичного (а) і плоского (б) фронтів хвиль: S – поверхня фронту хвилі