

О мнимой недостаточности модели центрального взаимодействия Ньютона

Дискретная механика Ньютона использует модель центрального взаимодействия между точками системы. Согласно этой модели, силы взаимодействия двух точек направлены вдоль прямой, соединяющей точки, и подчиняются 3му закону Ньютона. Такая модель позволяет выводить все общие теоремы динамики из 2го закона Ньютона, и не предполагает независимости силы и момента, как и кинетических характеристик движения: количества движения и кинетического момента системы.

Если точки системы связаны так, что расстояние между ними неизменно во времени, то система представляет собой дискретную модель твердого тела. Для нее по модели центрального взаимодействия легко доказываются теоремы об эквивалентном преобразовании систем сил и Пуансо. Возникает вопрос о законности переноса этих результатов на сплошное тело. Автору такой перенос представляется очевидным, поскольку результат не зависит от числа точек дискретного тела и предельный переход не должен изменить этого результата.

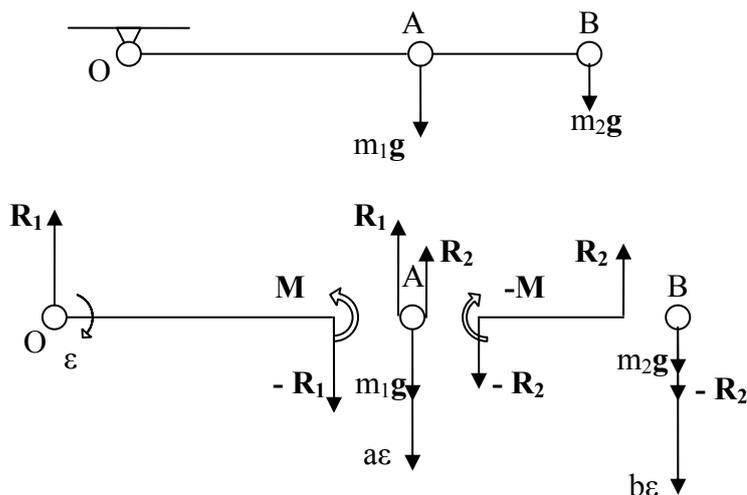
Отсутствие строгого доказательства корректности применения результатов для дискретных систем к сплошному телу привело многих авторов к мысли о переносе концепции Эйлера о независимости переноса и поворота твердого тела на их силовые аналоги: силу и момент и отказу от модели центрального взаимодействия. При такой постановке 3ий закон Ньютона получает расширенную формулировку: внутренние силы системы уравновешены, допускающую моментное взаимодействие точек при силах взаимодействия, образующих пару.

Отрицание устоявшейся концепции в пользу новой, более общей, включающей предыдущую как частный случай - столбовой путь развития науки. Но он возникает при невозможности решения нового класса задач на базе исходной концепции.

До сих пор, в качестве доказательства недостаточности модели центрального взаимодействия точек приводятся примеры движения материальных точек, связанных невесомыми стержнями. (1, 2)

Несостоятельность указанных разоблачений становится очевидной, если учесть, что в таких системах о центральном взаимодействии изначально не может быть и речи ибо, материальные точки создают в невесомом теле не только силы, но и моменты произвольного направления. При этом силы, приложенные к телу, являются уравновешенными в каждый момент времени.

В статье (1) несостоятельность модели Ньютона доказывается на примере двойного жесткого маятника, иначе говоря двух точечных масс А и В, закрепленных на твердом невесомом стержне, вращающемся вокруг оси О, проходящей перпендикулярно стержню через его конец (рис.1).



Не снижая общности рассуждений, рассмотрим, для простоты, момент начала движения маятника из горизонтального положения покоя.

Изобразим силы и моменты, приложенные к шарниру О (R_1), к точке А слева (M_1 R_1) и справа (M_2 R_2) и к точке В (R_2). В

момент начала движения ускорения точек А и В равны $a\varepsilon$ и $b\varepsilon$, где ε - угловое ускорение стержня, и $OA=a$, $OB=b$. Невесомые стержни OA и AB преобразуют силы и моменты, которые при этом всегда остаются уравновешенными. Отсюда

$$aR_1=(b-a)R_2=M.$$

Проекция второго закона Ньютона на вертикальную ось для точек А и В дает:

$$m_1a\varepsilon = m_1g-R_1-R_2 \quad m_2b\varepsilon = m_2g+R_2$$

Отсюда находим ожидаемое угловое ускорение стержня.

$$\varepsilon = g (am_1+bm_2)/(a^2m_1+b^2m_2)$$

В пособии (2) рассмотрена задача о подпружиненном математическом маятнике, которую нельзя решить исходя из модели центрального взаимодействия. Но это инженеру и так

очевидно, поскольку пружину на нитку не поставишь. Пружина создает момент (точнее поперечную силу), который может быть применен только к телу.

Задача решается элементарно, если исходить из модели твердого тела для стержня.

Силы, приложенные к стержню уравновешены, значит

$$LR\sin\alpha=c\varphi \quad (1)$$

Проекция основного закона на τ дает

$$mL \varepsilon=-mg\sin\varphi-R\sin\alpha$$

С учетом (1) приходим к известному

дифференциальному уравнению

$$mL^2 \varepsilon=-mgL\sin\varphi - c\varphi$$

и силу реакции

$$R^2=(c\varphi/L)^2+m(L\omega^2+g\cos\varphi), \quad \operatorname{tg} \alpha=-c \varphi/Lm(L\omega^2+g\cos\varphi),$$

Таким образом, если концепция Эйлера и дает новые возможности в решении задач механики, то это требует других доказательств.

- (1) W. Stadler, Division of Engineering, San Francisco State University, San Francisco, Calif 94132 1982 American Association of Physics Teachers
- (2) П.А. Жилин, Теоретическая механика, Фундаментальные законы механики. Учеб. Пособие СПб.: Изд-во СПбГПУ 62003ю

