Пока мы по-прежнему считаем мир одномерным. Все ракеты в этом листке летят вдоль оси x со скоростью u.

Задача 1. (*сокращение Лоренца*) **а)** Пусть ракета снабжена метровым стержнем, который наблюдается из лаборатории. Какова его наблюдаемая длина в лаборатории? **б)** В начале и в конце стержня закреплены часы, которые в ракете показывают одинаковое время. Какое время будет наблюдаться в лаборатории?

Задача 2. (*замедление времени*) Пусть ракета снабжена настенными часами, которые наблюдаются из лаборатории. С какой скоростью идут эти часы при наблюдении из лаборатории?

Задача 3. (*сложение скоростей*) Пусть ракета снабжена табуреткой, двигающейся со скоростью v относительно ракеты. С какой скоростью летит табуретка относительно лаборатории?

Задача 4. (*парадокс шеста и сарая*) Возьмём шест длины 10 м и сарай длиной также 10 м. Запустим шест так, чтобы в системе отсчёта сарая из-за лоренцева сокращения он имел длину 2 м. Тогда в некоторый момент он полностью поместится в сарае. С другой стороны, с системе шеста сарай имеет длину 2 м, и шест туда никак не может поместиться. Парадокс.

Задача 5. (*бетон и машина времени*) Зальём бетоном сарай так, чтобы оставался только вход. Возьмём шест длиной 20 м и разгоним до сокращения до 2 м. Как только шест влетит в сарай, зальём бетоном вход (у нас на это будет время точно не меньшее $\frac{8м}{3\cdot10^8 м/с}$). В системе шеста вся наша затея выглядит комично. Парадокс.

Задача 6. (*непригодность ньютоновской механики для космических полётов*) Как должна зависеть скорость ракеты и параметр скорости от времени, чтобы наблюдатель в ракете всё время испытывал ускорение g? Через какое время ракета разгонится до 0,9 скорости света? А что предсказывает Ньютоновская механика?

Задача 7. (*парадокс близнецов*) **а)** Близнецы А и Б расстались в тот день, когда им было по 21 году. А двигался от Земли со скоростью 0,96 скорости света в течении 7 лет (своего времени) в одну сторону и столько же обратно. Насколько моложе он будет своего брата Б по возвращении? **б)** Однако в системе отчёта близнеца Б Земля улетала от него со скоростью 0,96, а потом летела к нему со скоростью 0,96. Поэтому по возвращению близнец А должен быть моложе. Парадокс.

Этот трёхмерный мир.

Задача 8. (*Лоренцево сокращение 2*) Придумайте мысленный опыт, подтверждающий, что шест, расположенный перпендикулярно направлению движения, не изменяет своей наблюдаемой длины.

Задача 9. (*инвариантный интервал*) Придумайте мысленный опыт, подтверждающий, что во всех системах отсчёта сохраняется число $(\Delta t)^2-(\Delta x)^2-(\Delta y)^2$ (время в $м_в$). Это число называется *интервалом* между событиями.

Задача 10. (*преобразование углов*) Метровый стержень в ракете прибит под углом φ' к оси x'. Под каким углом к оси x стержень наблюдается в лаборатории?

Задача 11. (*преобразование направлений движения*) Пусть табуретка летит со скоростью v' под углом φ' к оси x' внутри ракеты. Под каким углом к оси x наблюдается движение табуретки в лаборатории? Чем эта задача отличается от предыдущей?

Задача 12. (*эффект «прожектора»*) **а)** Табуретка из предыдущей задачи на проверку оказалась фотоном, то есть двигается со скоростью света. Под каким углом к оси x распространяется этот фотон в лаборатории?

б) Частица, двигающая с большой скоростью, испускает свет в переднюю полусферу с своей системе отсчёта. Покажите, что в системе лаборатории свет сконцентрируется в узкий конус.

Задача 13. (*сложение скоростей 2*) Фотон из предыдущей задачи на проверку оказался табуретом, летящим в ракете вдоль оси y' со скоростью v'. С какой скоростью он движется в системе лаборатории?

1 а	1 б	2	3	4	5	6	7 а	7 б	8	9	10	11	12 а	12 б	13