

BACKROOMS & Wi-Net Srl.

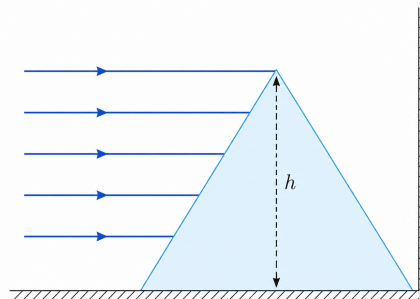
Nei Corridoi della Fisica

Il liminale è lo spazio del passaggio — familiare ma svuotato della sua funzione e di chi dovrebbe abitarlo — portato a un punto limite: non lo attraversi più, ci resti dentro. (Claude, 11 settembre 2026)

Marco, Rosaria e Gianni, esperti in telecomunicazioni della **Wi-Net Srl.** di Lecce, partecipano a un seminario nel Gran Hotel Limen, di Echo City, nel Tennessee. Nel bel mezzo della conferenza, a causa di un improvviso guasto le luci tremolano e il microfono smette di funzionare. Tutti i presenti sono invitati a un *coffee break*, finché i tecnici sono al lavoro. I tre amici invece, partono alla ricerca di un luogo tranquillo per rilassarsi, ancora stanchi del lungo viaggio. Dopo aver girovagato, si ritrovano in un salottino e si siedono comodamente sul sofà per chiacchierare. Marco si accorge che da dietro una credenza esce uno strano bagliore. Incuriositi decidono di spostare il mobile e scoprono che sul muro era stato tracciato un rettangolo con del nastro adesivo blu. Le strisce formano il contorno di una porta che in realtà non esisteva. Dietro quel semplice perimetro, l'aria sembrava vibrare leggermente, come il riflesso di una superficie d'acqua. Senza capire il perché, attratti irresistibilmente, quasi ipnotizzati, attraversano questo passaggio ...

1 L'ombra del prisma

... e si trovano in un'enorme sala dalle pareti giallastre, illuminata da luci al neon che emettono un ronzio costante. Non ci sono finestre, porte verso l'esterno o indicazioni. Per terra un prisma equilatero di vetro trasparente, di indice $n = 1.5$, è disposto con uno dei suoi spigoli inferiori a contatto con la parete. Un fascio di luce con raggi orizzontali si propaga, proiettando su di essa un'ombra a forma di striscia. La tua squadra può aiutare i tre amici a uscire dal loro stupore, se trova quanto è alta in cm la striscia d'ombra, sapendo che l'altezza del prisma è $h = 10$ cm.

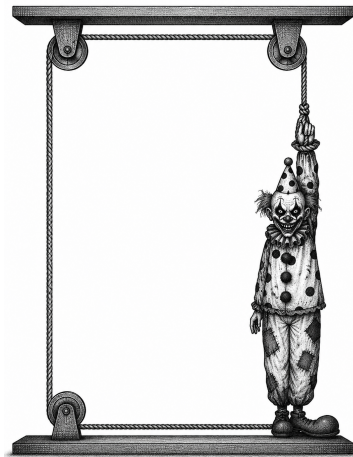


2 Fuga nei corridoi

Dietro il prisma trovano uno zaino contenente una torcia, una corda e alcuni viveri. Decidono di incamminarsi alla scoperta di questo posto insolito e inquietante, alla ricerca di una possibile via di uscita... Percorrendo l'intricata rete di corridoi si accorgono che gli spazi cambiano quando non li osservano. Stanze già attraversate ricompaiono in punti impossibili. I loro telefoni non funzionano e gli orologi segnano orari diversi. Rosaria ipotizza che si trovano in una sorta di "spazio liminale", una realtà sospesa tra dimensioni diverse. Dopo diverse ore di perlustrazioni, mentre cresce l'angoscia, iniziano a sentire rumori lontani: passi, colpi sulle pareti, sussurri indistinti. Non vedono nessuno, ma hanno la sensazione costante di essere osservati. In preda al panico iniziano a correre lungo un corridoio, percorrendone i $2/3$ alla velocità di 25 km/h, e i rimanenti $1/3$ a 20 km/h. Calcolate la loro velocità media, in m/s, sperando che sia sufficiente per scappare dal terrore che li insegue.

3 Clown e carrucole

... Alla fine del corridoio, senza fiato, si trovano in una terribile stanza! Come in un diabolico parco giochi di lugubri congegni, si vede una struttura di legno alta quasi tre metri con tre carrucole che guidano una fune che forma un circuito chiuso. Appeso a una delle estremità un clown dal ghigno agghiacciante tira la corda con le mani, così che i suoi piedi vengono tirati all'indietro. Il coefficiente di attrito statico tra i piedi del clown e il pavimento è 0.55. Ai tre amici, serve conoscere il valore minimo della forza con cui il clown deve tirare la corda per far slittare i suoi piedi sul pavimento. Aiutateli, sapendo che il clown pesa 900 N!



4 La giostra

Nella stanza del clown, c'è anche una giostra (di raggio 15 m) che effettua un giro ogni 5 s. Su di essa sono montati due altoparlanti in posizioni diametralmente opposte. Essi emettono suoni striduli che penetrano nel loro cervello, fino a farli impazzire e digrignare i denti. A giostra ferma, il suono emesso dagli altoparlanti ha frequenza di 600 Hz. Serve il valore del battimento rilevato da un sensore che possiede Rosaria quando essa si trova nella posizione mostrata in figura. Solo così quei suoni smetteranno di torturarli.

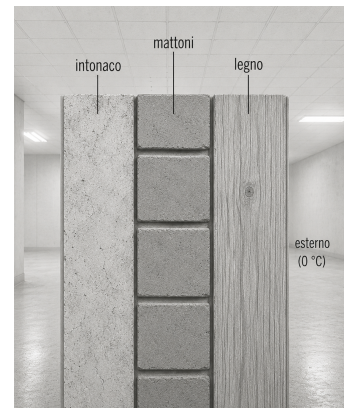


5 Tra metri e secondi perduti

Cessato il rumore, ecco apparire davanti a loro un'entità immobile contro una parete, ma che dava l'impressione di avvicinarsi a ogni battito di ciglia. La sua figura allungata sfida la prospettiva: troppo alta, troppo sottile, come se appartenesse a uno spazio diverso da quello circostante. Guardarla non fa che generare un crescente senso di vulnerabilità, come se ogni pensiero venisse lentamente svuotato e sostituito da un'unica certezza: restare significava soccombere. Senza distogliere lo sguardo, i tre arretrano in silenzio fino all'imboccatura di un pozzo. Per capire quanto è profondo, Marco lascia cadere una mela e misura il tempo prima di udire il tonfo. Non sa, però, che in questo strano universo, il tempo è espresso in metri, e in questo modo la velocità della luce vale $c = 1$. Aiutate Marco a non sbagliare i calcoli determinando il valore dell'accelerazione di gravità g' (in m^{-1}). Fornisci il risultato in notazione scientifica.

6 Fuga nel pozzo

In fretta decidono di calarsi lentamente nel pozzo usando la corda, via via inghiottiti dall'oscurità del passaggio. L'aria è più densa e più calda, forse troppo calda La parete del pozzo lungo, nel quale si trovano, è costituita da tre strati, di ugual spessore ma materiali diversi: intonaco (conducibilità $k = 0.30 \text{ J/(s m K)}$), mattone (conducibilità $k = 0.60 \text{ J/(s m K)}$) e legno (conducibilità $k = 0.10 \text{ J/(s m K)}$). La temperatura esterna è 0°C . La temperatura dell'interfaccia intonaco-mattone è 21°C . Serve sapere la temperatura interna del pozzo, per capire quanto sia tollerabile.

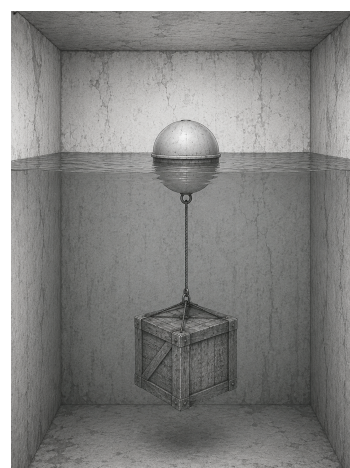


7 Alle pompe!

La temperatura diventa l'ultimo problema dentro il pozzo che inizia a riempirsi di acqua! Gianni si ricorda che durante la discesa gli era sembrato di vedere una nicchia nella parete, protetta da uno sportello arrugginito. Torna su di qualche metro, apre lo sportello e scopre diversi pulsanti. Uno indica *NOTPUMPE*, e tentando il tutto per il tutto lo preme ... si sente il ronzio di un motore. All'interno vi sono due macchine di Carnot. La prima preleva 5550 J di calore da un serbatoio caldo alla temperatura T_1 , compie un lavoro di 1750 J e cede una certa quantità di calore a un serbatoio freddo alla temperatura di 503 K . Questo serbatoio freddo viene utilizzato anche come serbatoio caldo per la seconda che utilizza il calore ceduto dal primo motore come calore in ingresso. La seconda macchina, a sua volta, compie un lavoro di 1750 J , mentre cede calore a un serbatoio ancora più freddo, che si trova alla temperatura T_2 . La tua squadra, se vuoi che sia svuotato abbastanza in fretta il pozzo, deve calcolare il rapporto T_1/T_2 .

8 Galleggiante

L'acqua infine è quasi risucchiata. Sul fondo del pozzo emerge per metà del suo volume un galleggiante pieno d'aria, di spessore trascurabile, che tramite un cavo sostiene una cassa. È importante tirarla su, il contenuto potrebbe essere utile. Quale sarà la sua massa? In questo strano tunnel si respira un'aria pesante, di densità pari a $\rho_{aria} = 100 \text{ kg/m}^3$, e si può considerare, con buona approssimazione, che l'aria che riempie il galleggiante abbia la stessa densità. Il galleggiante ha forma sferica e raggio $r = 0.2 \text{ m}$, il suo volume è uguale a quello della cassa e si può trascurare la massa della fune.



9 Il cavo

I tre riescono ad afferrare la cassa, e al suo interno trovano un piccolo generatore portatile, alcune lampade e una lunga bobina di cavo elettrico. Potrebbe servire per portare energia in una zona più profonda del livello! Dovete aiutarli a capire quanti metri di cavo hanno a disposizione, sapendo che inizialmente era lungo 80 m, ma poi una parte è stata tagliata via. Se si connetteva una batteria ai capi del cavo, scorreva una corrente di 2.4 A. Adesso, con la stessa batteria, si misura una corrente di 2.6 A.

10 La lampada

Imboccano il corridoio che gli si è aperto innanzi. Una fila di vecchie lampade illumina il passaggio con una luce giallastra e intermittente. Dopo alcuni minuti di cammino, le lampade alle loro spalle si spengono una dopo l'altra. L'oscurità, minacciosa, avanza lentamente, come volesse inghiottirli. Accelerano il passo, ma il corridoio sembra non finire mai. Unica soluzione: mettere in funzione il generatore e una delle loro lampade, a patto di consegnare alle *Backrooms* la risposta al seguente quesito: una delle lampadine che si è spenta alle loro spalle è stata accesa ininterrottamente per 117 anni, alimentata sempre a 120 V in CC. È fatta da un filamento in carbonio, e la sua potenza è variata da un valore iniziale di 60 W a quello attuale di 4 W, a causa della sublimazione del carbonio del filamento. Ipotizzando una diminuzione lineare nel tempo della potenza, quanta carica complessiva (in MC) è passata attraverso il filamento durante tutta la sua vita? Ogni anno nelle *Backrooms* vale stranamente 365 gg.

11 L'ascensore 1

Riescono finalmente ad alimentare la lampada e ad attraversare il lungo corridoio immerso nell'oscurità, in fondo al quale trovano la vecchia porta metallica di un ascensore arrugginito, apparentemente ancora funzionante. Non hanno alternativa: è l'unico modo per risalire al livello superiore delle *Backrooms*. Non appena le porte si chiudono, però, l'ascensore inizia a comportarsi in modo anomalo. A tratti accelera bruscamente verso l'alto, per poi rallentare e accelerare verso il basso senza alcun motivo apparente. Sul pavimento della cabina c'è una pesante scatola metallica che scivola. Quando l'ascensore accelera verso l'alto (con accelerazione di modulo a), la forza di attrito dinamico sulla scatola è 23.8 N, quando invece accelera con accelerazione verso il basso (sempre di modulo a), l'attrito vale 18.6 N. Trovare a perché si fermi al livello giusto, quello dove c'è la via di uscita ...

12 L'ascensore 2

Fuori dall'ascensore raggiungono il livello desiderato. Nella sala in cui si trovano, c'è dietro una scrivania un *Faceling*¹. dall'aspetto familiare. Indossa un camice bianco e ha una massa di capelli bianchi disordinati che si allarga intorno alla testa come una nube elettrica. Il volto, tuttavia, è completamente liscio: nessun occhio, nessun naso, nessuna bocca. Nonostante ciò, chiunque lo osservasse aveva l'impressione che stesse riflettendo su questioni enormemente

¹Sono entità dall'aspetto umanoide, privi, in tutto o in parte, dei tratti del volto — geneticamente quasi umani, ma mutati. Il loro comportamento è imprevedibile: alcuni ignorano i vagabondi, altri li aiutano, altri li discriminano o attaccano senza motivo, in modo spesso violento.

complesse. Davanti a lui sono sparsi fogli coperti di formule, e un problema ... una cabina lunga 200 km con il baricentro a 1000 km sopra la superficie terrestre, è libera di cadere con l'asse lungo la verticale, ed è inizialmente ferma. Al suo interno due masse puntiformi, una posta 50 km sopra il baricentro e l'altra 50 km sotto il baricentro, assumendo che le masse restino sempre vicine all'asse dell'ascensore e trascurando ogni altra forza, si cerca di determinare nel sistema di riferimento solidale con l'ascensore di quanto aumenta la distanza tra le due masse dopo 5,0 s di caduta. La risposta è necessaria, per scegliere il corridoio giusto, tra tutti quelli che si affacciano alla stanza, altrimenti ...

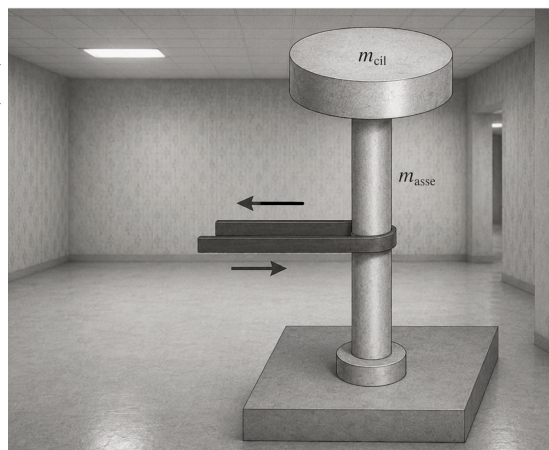
13 L'altalena

Marco, Rosaria e Gianni percorrono correndo l'ultimo corridoio e infine attraversano diverse stanze che altro non erano che le prime del loro lungo percorso nelle *Backrooms*. Quindi l'uscita non dovrebbe essere lontana, se non fosse per quell'enorme abisso nero che si apre ai loro piedi, tanto profondo che la luce della loro torcia non riesce a raggiungerne il fondo. L'unico modo per proseguire consiste in una grande altalena improvvisata: una piattaforma metallica appesa a una robusta fune fissata al soffitto. Alcuni vecchi appunti trovati nelle *Backrooms* indicano che la fune si spezza quando la tensione supera 1450 N. Per raggiungere l'altra sponda, l'altalena deve essere tirata indietro fino a formare un angolo di 55° con la verticale e poi lasciata oscillare liberamente. I tre sanno che Marco, il più pesante del gruppo, ha una massa di 72 kg e temono che la fune possa rompersi nel punto più basso della traiettoria, facendolo precipitare nell'abisso. Sarà così? La massa massima che può essere appesa all'altalena, simile a un pendolo, e con attriti trascurabili, quanto vale? Indietro non si torna, rumori metallici terribili s'intensificano alle loro spalle ...

14 La cinghia

I tre superano l'abisso con l'altalena, purtroppo *CLANG!... CLANG!... CLANG...* un'entità li segue, riuscendo a saltare. Eccola, alta più di due metri e mezzo, composta da piastre metalliche sovrapposte e cavi scoperti che pendono come tendini. Ogni suo movimento produce uno stridio di ingranaggi e pistoni, e sta avanzando, con ritmo lento ma inesorabile.

Unica via di fuga, un piccolo portoncino con sopra un vecchio sistema di apertura costituito da un asse cilindrico collegato a un grande disco metallico. Una cinghia di trasmissione, azionata da un motore ancora funzionante, può mettere in rotazione il meccanismo e sbloccare la serratura. Aiutateli, sapendo che la cinghia di trasmissione può far ruotare un asse di raggio $r = 6.0$ cm e massa $m_{asse} = 2.8$ kg sul quale è fissato un disco di raggio $R = 21$ cm e massa $m_{cil} = 4.2$ kg. La cinghia viene messa in moto da una forza costante e raggiunge una velocità di 7.2 m/s dopo 12.6 s. Il momento esercitato dalla cinghia è dovuto a due tensioni di modulo diverso ai due lati dell'asse. Serve il modulo della differenza delle due tensioni.



Mentre l'eco dei passi metallici si avvicina sempre di più, i tre devono stabilire se il meccanismo riuscirà ad aprire la porta prima dell'arrivo dell'entità, calcolando il valore assoluto della differenza tra i moduli delle due tensioni che si esercitano sui due rami della cinghia.

15 Corridoi insanguinati

I tre superano l'ostacolo, corrono a perdifiato verso la stanza dalla quale sono entrati. Ma la mente di Gianni è sopraffatta, ha delle visioni e vede un enorme corridoio pulsante attraversato da un fluido rosso come il sangue. Il corridoio si comporta come un'arteria. Quindi al crescere della pressione, il diametro del corridoio cresce leggermente (del 12%). Gianni non regge e si accascia per terra. Per strapparli da questo incubo, tu e la tua squadra dovete determinare quale è il rapporto tra le resistenze idrauliche dopo e prima di uno sforzo. È noto che la resistenza idraulica R è la costante di proporzionalità tra il gradiente di pressione e la portata volumica ... queste informazioni sono sufficienti a ricavare un'espressione di R a meno di una costante. Inoltre le variazioni di viscosità del sangue e della lunghezza del corridoio/arteria sono trascurabili.

Liberi

Finalmente ecco la parete con la distorsione che si intravede appena. Senza esitare l'attraversano e un istante dopo si ritrovano nel salone di partenza. Per gli altri sono passati solo pochi secondi, per loro diversi giorni, o settimane. Inutile cercare di raccontare l'accaduto, nessuno crederebbe alla loro storia. Non osano voltarsi per paura che qualcosa possa uscire con loro. Ma voi della XVI Scuola Estiva di Fisica UNISALENTO, che avete vissuto in prima persona quest'avventura, potete testimoniare che le *Backrooms* esistono, che possono piegare lo spazio, confondere la mente e nascondere ogni via di fuga, ma non possono sfuggire alla fisica: è con la conoscenza che si sopravvive ai loro labirinti!

TABELLA DELLE COSTANTI FISICHE

Denominazione	Simbolo	Valore
Accelerazione gravitazionale terrestre	g	9.81 m/s^2
Costante di gravitazione universale	G	$6.674 \times 10^{-11} \text{ m}^3/\text{kg s}^2$
Massa Terra	M_T	$5.972 \times 10^{24} \text{ kg}$
Raggio Terra	$R_\oplus$	$6.378 \times 10^6 \text{ m}$
Densità acqua	ρ_{acqua}	$1.00 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$
Costante universale dei gas	R	8.314 J/mol K
Pressione atmosferica	p_o	$101325 \text{ Pa}, 760 \text{ mmHg}$
Calore specifico acqua	c_{acqua}	$4.187 \times 10^3 \text{ J/kg K}$
Calore specifico ghiaccio	c_g	$2.090 \times 10^3 \text{ J/kg K}$
Costante di Stefan Boltzmann	σ	$5.670 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$
Calore latente fusione acqua	L_{acqua}	$3.34 \times 10^5 \text{ J/kg}$
Velocità del suono nell'aria	c_o	340 m/s
Velocità della luce	c	$3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$

Problema	Risposta	Intervallo
P1	6.21 cm	6.18 – 6.24
P2	6.41 m/s	6.38 – 6.44
P3	319.4	317.8 – 321
P4	66.73 Hz	66.71 – 66.75
P5	$1.09 \times 10^{-16} \text{ m}^{-1}$	1.085 – 1.095
P6	27°	26.86 – 27.14
P7	2.707	2.705 – 2.709
P8	48.59 kg	48.33 – 48.85
P9	73.85 m	73.47 – 73.24
P10	983.9 MC	978.9 – 988.9
P11	1.203 m/s^2	1.197 – 1.209
P12	2.481 m	2.466 – 2.496
P13	79.77 kg	79.37 – 80.17
P14	15.5 N	15.42 – 15.58
P15	1.574	1.566 – 1.582