

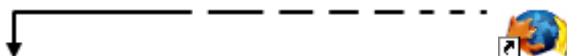
[Sumari](#)



CORRE QUE PLOU!

Xavier Bohigas

En aquest article analitzem el problema de si és millor córrer o caminar lentament sota la pluja per mullar-nos el mínim possible. Es tracta d'un problema que ha atret l'atenció de molts científics i que ha estat molt debatut. Presentem la resolució en diverses situacions: sense vent, amb vent de cara, amb vent posterior i amb vent lateral. Es modelitza la persona que camina sota la pluja com un paral·lelepípede. Amb el resultat obtingut podem determinar la quantitat d'aigua, en massa, que recollirà cadascuna de les superfícies de la persona que camina sota la pluja.



Introducció

Quan plou, la gent, habitualment, es posa a córrer per intentar mullar-se el mínim possible. És una reacció bastant automàtica. Però és correcta aquesta reacció o és millor caminar a poc a poc per no mullar-se? En aquest article hem elaborat un model relativament senzill amb el qual podem resoldre aquest dilema de forma clara.

La bibliografia sobre el tema és bastant àmplia. Podem trobar molts articles en revistes científiques tant de física com de matemàtiques, fins i tot en revistes de meteorologia, on s'aborda el problema des de diferents punts de vista. El tema, fins i tot, ha originat un cert interès en la premsa general i en webs de divulgació de la ciència.

El problema que ens plantejem és el següent: suposem que una persona es desplaça sota la pluja a velocitat constant i volem determinar la dependència, si existeix, entre la quantitat d'aigua que rep el seu cos i la seva velocitat de desplaçament.

Per resoldre el problema, desenvoluparem un model que permeti determinar la quantitat d'aigua, en massa, que una persona recull en desplaçar-se sota la pluja amb velocitat constant, a partir de dades habituals en la informació meteorològica de caràcter general, no especialitzada.

Abordarem la resolució del problema en quatre fases. Començarem per la situació més simple (cas 1), en què suposarem que la pluja cau verticalment. En la segona situació (cas 2) suposarem que hi ha vent en contra de la direcció de moviment de la persona. En la tercera situació (cas 3) suposarem que el vent bufa contra l'esquena de la persona. I en l'última situació que analitzarem (cas 4) considerarem que, a més, hi ha vent lateral.

Cas 1: pluja amb caiguda vertical

Primer de tot definirem els paràmetres que descriuen el nostre problema, tant els relatius a la persona que camina sota la pluja com els relatius a la mateixa pluja.

Respecte a la persona: modelitzarem la persona com un paral·lelepípede.

Nomenarem S_z la base superior (espatlles i cap), la superfície frontal serà S_y i les dues laterals S_x . Suposarem que aquesta

persona vol recórrer una distància d , cap al sentit positiu de la direcció O_y . Així, la persona, que camina sota la pluja, es mou a una velocitat, $\vec{v} = v \hat{j}$, velocitat que considerarem constant en tot moment. La vertical del lloc serà el nostre eix O_z , així l'acceleració de la gravetat serà:

$\vec{g} = -g \hat{k}$. D'aquesta manera tindrem ben definit el nostre sistema de referència. Vegeu la figura 1.

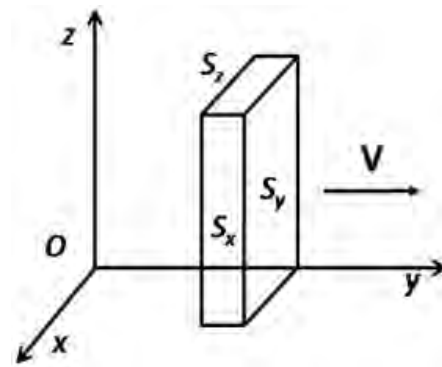


Fig. 1: Modelitzem la persona mitjançant un paral·lelepípede de superfícies S_x , S_y i S_z , que es desplaça a una velocitat \vec{v} , en la direcció de l'eix O_y . La vertical del lloc coincideix amb l'eix O_z .

Respecte a la pluja: F és la intensitat de massa d'aigua o taxa de precipitació. És a dir la massa d'aigua que arriba a terra per unitat de superfície i de temps. Suposarem que aquesta taxa de precipitació és constant durant el temps que triga la persona a realitzar el recorregut previst.

Suposem, en aquest primer cas del nostre model, que la pluja cau verticalment. Així, la seva velocitat serà: $\vec{u} = -u \hat{k}$, on suposarem que el mòdul de la velocitat, u , es manté constant. Per tant, la persona que es mou rebrà aigua de pluja sobre la seva superfície frontal i sobre la seva superfície superior (espatlles i cap). És a dir, es mullaran únicament les superfícies S_y i S_z . Vegeu la figura 1.

Nomenem ρ la densitat d'aigua present en l'atmosfera, a la zona on està plovent. No s'ha de confondre aquesta densitat ρ amb la densitat de l'aigua:

$\rho_a = 1000 \text{ kg/m}^3$. Evidentment: $\rho_a > \rho$. Aquesta magnitud ρ la podem relacionar amb la taxa de precipitació F , segons:

$$\rho = \frac{\text{massa d'aigua de pluja}}{\text{volum}} = \frac{F A \Delta t}{A u \Delta t} = \frac{F}{u} \quad (1)$$

Ja que, $F A \Delta t$ és la massa d'aigua que arriba a la superfície horitzontal A en un temps Δt , i $A u \Delta t$ és el volum definit per la superfície A i l'espai recorregut per una gota d'aigua en el temps Δt . El paral·lelepípede de base A i altura $u \Delta t$ conté una quantitat d'aigua igual a $F A \Delta t$.

Quan la persona es mou en la direcció O_y amb una velocitat $\vec{v} = v \hat{j}$ escombra, en un temps dt , un volum igual a $S_y v dt$. Per tant, la massa d'aigua que impacta sobre la seva superfície frontal, S_y , serà igual a $\rho S_y v dt$. I, d'altra banda, la massa d'aigua que impacta sobre la seva superfície superior (cap i espatlles), S_z , serà igual a $F S_z dt$.

Així, doncs, la quantitat d'aigua total que rep la persona que es desplaça sota la pluja, en un temps dt , serà la suma de les dues quantitats anteriors:

$$dM = (F S_z + \rho S_y v) dt \quad (2)$$

Si la persona recorre una distància d , el temps que empra per recórrer aquesta distància serà $t_d = \frac{d}{v}$. Així, podem obtenir la massa d'aigua que impacta sobre el caminant durant el seu recorregut, integrant l'expressió (2) entre $t = 0$ i $t = t_d$. I obtindrem:

$$M = (F S_z + \rho S_y v) \frac{d}{v}$$

Que, utilitzant l'equació (1), podem escriure com:

$$M = F \left(\frac{S_z}{v} + \frac{S_y}{u} \right) d \quad (3)$$

Una dada que sol trobar-se en la informació meteorològica general és la intensitat de volum d'aigua o intensitat de precipitació (que habitualment es dona en mil·límetres d'aigua caiguda en una hora), també anomenada *ritme de precipitació*, que representarem amb R . Si volem expressar l'equació (3) en funció d'aquest paràmetre R , prèviament haurem de buscar la relació entre F i R .

La intensitat de precipitació, R , indica la quantitat d'aigua (en volum) que cau en una hora sobre una superfície d' 1 mm^2 , ja que $[R] = \frac{\text{mm}}{\text{h}} = \frac{\text{mm}^3}{\text{h}} \frac{1}{\text{mm}^2}$. Així doncs les dues magnituds, la intensitat de precipitació, R , i el flux de precipitació, F , estan relacionades per:

$$F = \frac{R \rho_a}{3,6 \cdot 10^6} \quad (4)$$

on $\rho_a = 1000 \text{ kg/m}^3$, és la densitat de l'aigua. El càlcul és una simple aplicació dels factors de conversió adequats. Efectivament:

$$F \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \text{s}} \right) = R \left(\frac{\text{mm}}{\text{h}} \right) \rho_a \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) \frac{1 \text{ m}}{1000 \text{ mm}} \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = \frac{R \rho_a}{3,6 \cdot 10^6}$$

Si en l'expressió (4) substituïm la densitat de l'aigua, $\rho_a = 1000 \text{ kg/m}^3$, ens queda finalment:

$$F = \frac{R}{3600} \quad (5)$$

on F s'expressarà en $\frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \text{ s}}$ i R en $\frac{\text{mm}}{\text{h}}$

Reescrivim l'equació (3) en funció de la intensitat de precipitació, R . Així, la quantitat d'aigua que recull la persona (en kg) durant el trajecte de longitud d (en metres), serà:

$$M = \frac{R}{3600} \frac{S_z d}{v} + \frac{R}{3600} \frac{S_y d}{u} \quad (6)$$

on les superfícies S_y i S_z s'han d'expressar en m^2 i les velocitats u i v en m/s .

Aquesta última expressió la podem escriure

$$M = M_z + M_y$$

amb:

$$M_z = \frac{R}{3600} \frac{S_z d}{v} ; \quad M_y = \frac{R}{3600} \frac{S_y d}{u} \quad (7)$$

on M_z representa la quantitat d'aigua (en massa) que cau sobre el cap i les espatlles de la persona que camina sota la pluja i M_y indica la quantitat d'aigua (en massa) que impacta sobre la superfície frontal de la persona que camina.

És clar
que, si
la

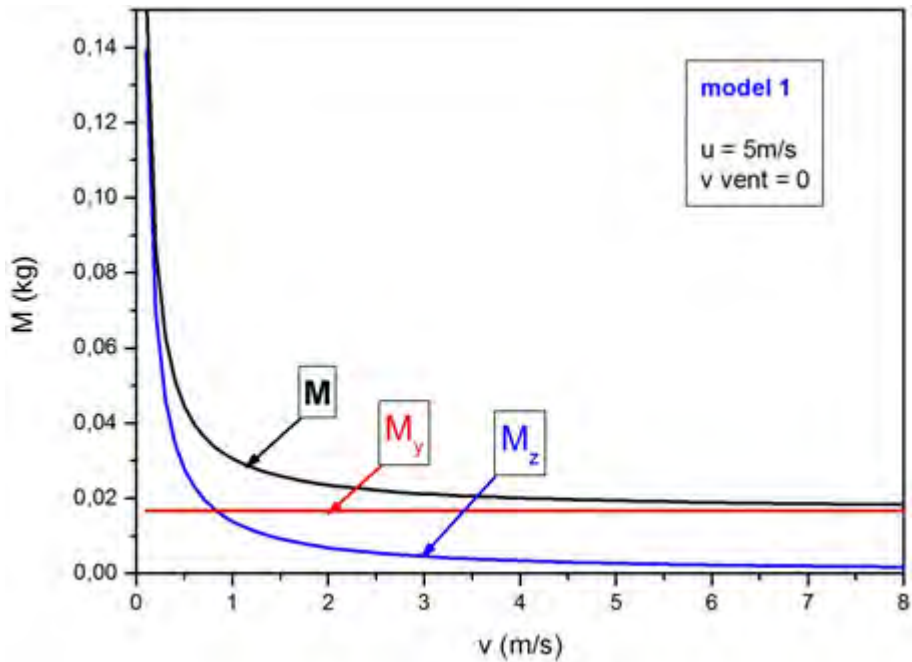


Fig. 2: Quantitat d'aigua que rep la superfície frontal de la persona, M_y , que es desplaça sota la pluja vertical i sense vent i quantitat d'aigua, M_z , que recull sobre la seva superfície superior (espatlles i cap). M indica la suma de les dues quantitats, M_y i M_z , és a dir la quantitat total, en massa, que arriba a la persona.

persona es desplaça ràpidament, la quantitat d'aigua recollida per la seva superfície frontal (M_z) serà inferior que si ho fa lentament, ja que la quantitat M_z és inversament proporcional a la velocitat de la persona (v), segons s'observa en la primera de les equacions (7). Respecte a la quantitat (M_y), veiem que és independent de la velocitat de la persona (v) i depèn únicament de la velocitat (vertical en aquest primer cas) de les gotes de pluja (u). A més, tots dos sumands i, per tant, la quantitat d'aigua que rep sobre cadascuna de les dues superfícies, depenen del ritme de precipitació (R) i de l'envergadura de la persona (és a dir de les dues superfícies frontal i superior, S_y i S_z). Aquesta doble dependència és de proporcionalitat directa.

En definitiva, si una persona es desplaça sota la pluja que cau verticalment, per tal de mullar-se el mínim possible, haurà de moure's tan ràpidament com pugui. Cal destacar que, en córrer sota la pluja, només reduirà la quantitat d'aigua que li arriba al cap i les espatlles, mentre que la quantitat d'aigua que mullarà la seva superfície frontal serà independent de si es mou de pressa o a poc a poc.

Per valorar millor el resultat obtingut, farem una substitució numèrica. Suposarem que les dimensions de la persona que camina sota la pluja són tals que la seva superfície frontal és $S_y = 0,6 \text{ m}^2$ i la superfície de cap i espatlles és

$S_z = 0,1 \text{ m}^2$ i que vol recórrer una distància de cent metres, $d = 100 \text{ m}$. Respecte a la pluja, suposarem una pluja moderada, amb un ritme de precipitació de $R = 5 \text{ mm/h}$, i que les gotes cauen verticalment a una velocitat de

$u = 5 \text{ m/s}$. Aquest ritme de precipitació correspon a una pluja moderada. La velocitat de caiguda de les gotes d'aigua de pluja depèn de diversos paràmetres, especialment del diàmetre. Prenem un valor mitjà. Amb aquestes dades hem representat, en la figura 2, la quantitat d'aigua, en massa, que una persona, que recorre 100 metres sota la pluja, rep sobre cadascuna de les dues superfícies frontal, S_y , i superior, S_z , -quantitats que hem anomenat M_y i M_z -, així com la quantitat d'aigua total que rep M (amb $M = M_z + M_y$), utilitzant les equacions (7). El rècord mundial dels cent metres llisos és de 9,58 s, cosa que representa una velocitat mitjana de 10,4 m/s. Per això ens sembla raonable, limitar, en la gràfica, els valors de la velocitat de la persona a 8 m/s. De la gràfica es desprèn, clarament, que com més gran sigui la velocitat del caminant, menys quantitat d'aigua rebrà el seu cos. Amb una velocitat de 0,2 m/s (un pas molt lent), la persona que es desplaça sota la pluja rep sobre el cos 86 grams d'aigua. Si dobla la velocitat, fins a 0,4 m/s, la quantitat d'aigua rebuda disminueix fins a 51 grams. Això representa una reducció del 43%. La reducció d'aigua rebuda no varia tant per a velocitats més grans. Quan la seva velocitat és d'1 m/s (pas lleuger) rep 30 g, mentre que a 2 m/s recull 23 g, que correspon a una reducció d'un 33% respecte al cas d'una velocitat d'1 m/s i d'un 78% si la velocitat és de 0,2 m/s. Mentre que amb una velocitat de 3 m/s (la persona ja està corrent) la persona rep 21 g d'aigua. A partir dels 3 m/s la reducció d'aigua rebuda és molt petita i, segurament, no justificaria l'esforç de moure's a velocitats superiors.

Cas 2: pluja amb vent frontal

Considerem el segon cas. Suposarem que bufa vent en contra del sentit del moviment de la persona que camina sota la pluja. És a dir, que té vent de cara. La situació és equivalent a considerar que la velocitat de la pluja té dos components, un component dirigit segons la vertical (igual que en el cas 1) i un altre component horitzontal (que equival al vent frontal). Així, podem expressar la velocitat de les gotes de pluja, en el nostre sistema de referència, amb:

$$\vec{u} = -u_y \hat{j} - u_z \hat{k} \quad (8)$$

La quantitat d'aigua que la persona que camina rep sobre la seva superfície superior serà la mateixa que en el cas 1, és a dir:

$$M_z = \frac{R}{3600} \frac{S_z d}{v}$$

Per calcular la quantitat d'aigua que impacta sobre la superfície frontal de la persona, podem fer un raonament anàleg al cas 1. Només hem de tenir en compte que la velocitat relativa de la gota d'aigua respecte a la persona que camina és, en aquest

cas, $v + u_y$. Així, la quantitat d'aigua que impacta en S_y durant un temps t_d serà $\rho S_y (v + u_y) t_d$. Fent els mateixos raonaments que en el cas anterior, és fàcil obtenir:

$$M_y = \frac{R}{3600} \frac{S_y d}{u_z} \frac{v + u_y}{v}$$

Així, la quantitat total d'aigua que recull la persona (en kg) serà $M = M_z + M_y$ que, substituint les expressions trobades, ens queda::

$$M = \frac{R}{3600} \frac{S_z d}{v} + \frac{R}{3600} \frac{S_y d}{u_z} \frac{v + u_y}{v} \quad (9)$$

Veiem que, en aquest cas 2 de pluja amb vent frontal, la quantitat d'aigua recollida tant per la superfície frontal com per la superfície superior de la persona que camina depenen de la velocitat del caminant, v .

Per analitzar la dependència de la massa d'aigua recollida pel caminant respecte a la seva velocitat, reescrirem l'expressió (9) com:

$$M = \frac{R}{3600} \frac{S_z d}{v} + \frac{R}{3600} \frac{S_y d}{u_z} \left(1 + \frac{u_y}{v} \right) \quad (10)$$

on es veu

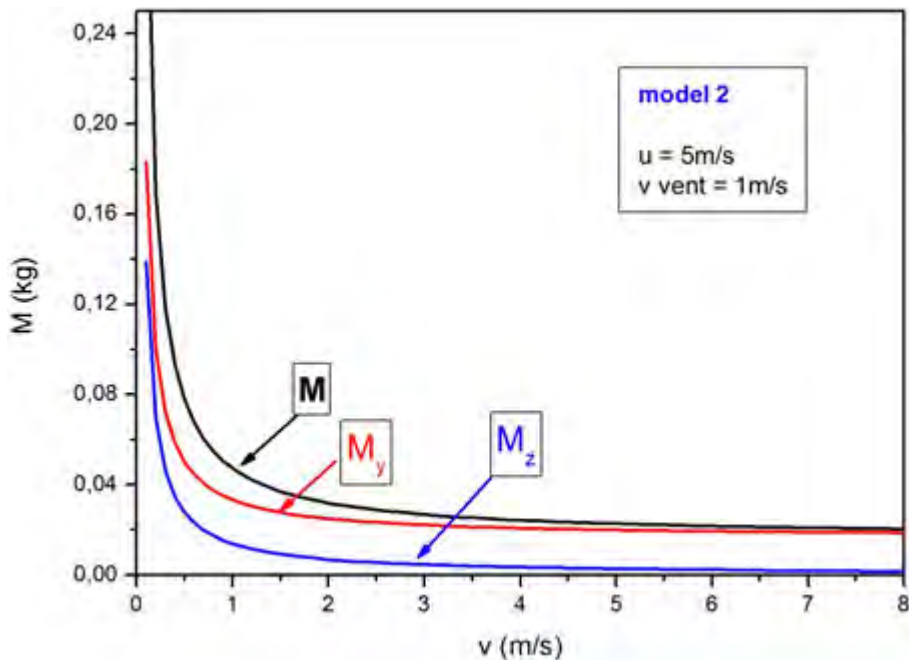


Fig. 3: Quantitat d'aigua que rep la persona que es desplaça sota la pluja vertical i amb vent en contra. Es pot apreciar que la quantitat d'aigua

rebuda sobre cada superfície (superior, M_z , i frontal, M_y), depèn de la velocitat de la persona.

clarament que la quantitat d'aigua total que recull la persona que camina disminueix en augmentar la seva velocitat de desplaçament, v . Ja que, en augmentar la seva velocitat de desplaçament, tant la quantitat d'aigua que rep a l'espatlla i el cap (superfície superior), M_z , com l'aigua que rep en la seva superfície frontal, M_y , es reduiran. Per tant, en aquest segon cas que analitzem, la persona que camina, per mullar-se el mínim possible, també s'ha de moure tan ràpidament com pugui, igual que en el cas 1. A més, la velocitat del vent, u_y , incideix en la quantitat d'aigua que rep la persona que camina. En augmentar la velocitat del vent també augmentarà la quantitat d'aigua recollida.

Per avaluar el nostre resultat, posem els mateixos valors numèrics que hem utilitzat en el cas 1, i una velocitat del vent $u_y = 1 \text{ m/s}$ (vent suau). A la figura 3 es presenten les quantitats d'aigua que es recullen a la part frontal (M_y) i a la part superior (M_z) d'una persona que camina sota la pluja amb un vent frontal d' 1 m/s en contra del caminant; així com la quantitat d'aigua total, calculada com a suma de les anteriors quantitats, respecte de la velocitat de la persona que camina. És clar que si la velocitat del caminant augmenta, es redueix tant la quantitat d'aigua total com la recollida sobre cadascuna de les dues superfícies. La reducció en augmentar la velocitat del pas és notable per a velocitats petites; mentre que per a velocitats més grans, d'aproximadament 3 m/s , la reducció de la quantitat d'aigua no és gaire important.

Cas 3: pluja amb vent posterior

Si el vent va dirigit contra l'esquena de la persona que camina, la situació correspon a prendre una velocitat de les gotes de pluja igual a:

$$\vec{u} = +u_y \hat{j} - u_z \hat{k} \quad (11)$$

La quantitat d'aigua que la persona que camina rep sobre la seva superfície superior tornarà a ser la mateixa que en els dos casos anteriors, 1 i 2. És a dir:

$$M_z = \frac{R}{3600} \frac{S_z d}{v}$$

I, per calcular la quantitat d'aigua recollida a la superfície vertical hem d'analitzar dues situacions diferents:

- 1) si el mòdul de la velocitat de la persona que camina és més petit que la velocitat del vent, $v \leq u_y$, i
- 2) si el mòdul de la velocitat de la persona que camina és més gran que la velocitat del vent, $v \geq u_y$.

En la primera situació, $v \leq u_y$, es mulla l'esquena de la persona que camina.

Mentre que en la segona situació, $v \geq u_y$, serà la part davantera la que quedi mullada. Analitzem tots dos casos per separat.

Si $v \leq u_y$, la component horitzontal de la velocitat relativa de la gota d'aigua respecte del caminant serà $u_y - v$. I, fent un raonament anàleg al del cas 2, la quantitat total d'aigua que recull la persona (en kg) serà:

$$M = \frac{R}{3600} \frac{S_z d}{v} + \frac{R}{3600} \frac{S_y d}{u_z} \frac{u_y - v}{v} \quad (12)$$

equació que reescriurem com:

$$M = \frac{R}{3600} \frac{S_z d}{v} + \frac{R}{3600} \frac{S_y d}{u_z} \left(\frac{u_y}{v} - 1 \right) \quad (13)$$

on es veu clarament que la quantitat d'aigua recollida per la persona que camina sota la pluja és una funció decreixent respecte de la seva velocitat de desplaçament, v . Per tant, si aquesta persona vol mullar-se el mínim possible haurà de desplaçar-se tan ràpidament com pugui. Quan la velocitat de la persona, v , coincideixi amb la velocitat del vent, u_y , la quantitat d'aigua que recull en la seva superfície vertical, S_y , serà nul·la i només recull aigua a la superfície superior, S_z . Aquesta velocitat serà la màxima velocitat a la qual pot desplaçar-se la persona en el nostre rang de validesa, donat per la condició $v \leq u_y$.

En la segona situació, quan es compleix $v \geq u_y$, el caminant va a una velocitat superior a la velocitat del vent, l'aigua de pluja arribarà a la superfície anterior del caminant, mentre que la seva esquena quedarà completament seca. I la velocitat relativa de la gota de pluja respecte del caminant serà $v - u_y$. Seguint un raonament anàleg a l'anterior, obtenim que la quantitat d'aigua que recull la persona que camina sota la pluja amb una velocitat superior a la del vent posterior és

$$M = \frac{R}{3600} \frac{S_z d}{v} + \frac{R}{3600} \frac{S_y d}{u_z} \frac{v - u_y}{v} \quad (14)$$

o bé:

$$M = \frac{R}{3600} \frac{S_z d}{v} + \frac{R}{3600} \frac{S_y d}{u_z} \left(1 - \frac{u_y}{v} \right) \quad (15)$$

Es pot comprovar fàcilment que si la persona es desplaça amb una velocitat igual a la del vent només es mulla la superfície superior, i el valor coincideix amb l'obtingut amb l'equació (13).

Les

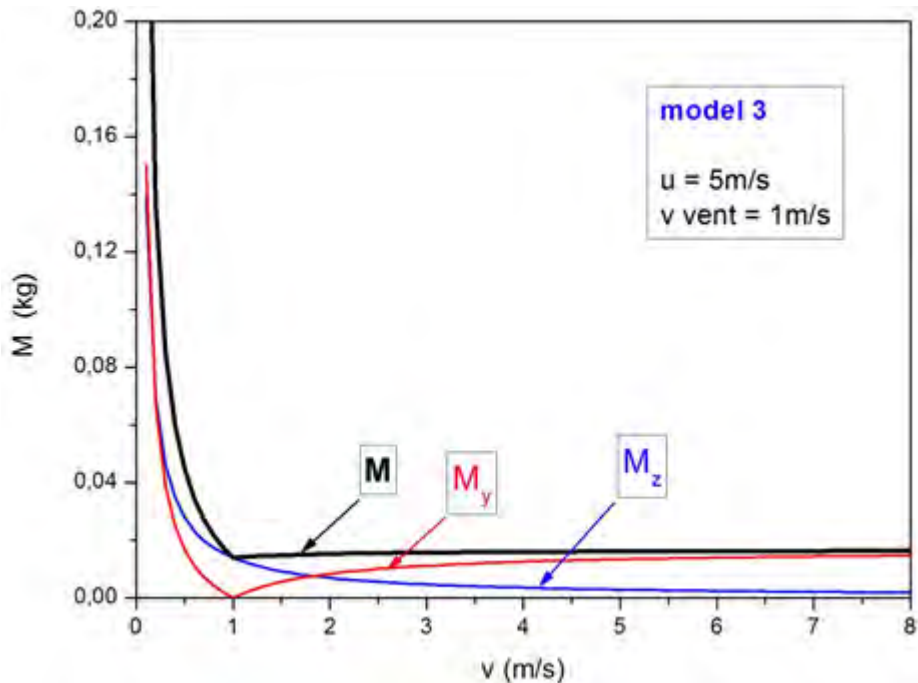


Fig. 4: Quantitat d'aigua que rep una persona que es desplaça sota la pluja vertical i amb vent (de velocitat 1 m/s) d'esquena a la persona. La línia de color vermell representa la quantitat d'aigua recollida a la superfície posterior o anterior de la persona; per a velocitats de desplaçament de la persona inferiors a la velocitat del vent, es mullarà l'esquena de la persona que camina, i per a velocitats superiors es mullarà la superfície anterior. La línia de color blau indica la quantitat d'aigua caiguda sobre la superfície superior de la persona i la línia de color negre la quantitat d'aigua total, calculada com a suma de les dues anteriors.

funcions matemàtiques que corresponen a la quantitat d'aigua recollida per la superfície vertical, S_y , de la persona que es desplaça sota la pluja, $M_y(v)$, són explicitades pels segons sumands de les equacions (12) i (14). És evident que els valors negatius d'aquesta variable M_y no tenen cap sentit físic, en el nostre problema. Per tant, només haurem de tenir en compte la part positiva d'aquestes funcions. Cal dir que la funció $M_y(v)$, corresponent al cas que $v \geq u_y$, és una funció creixent, segons podem veure a l'equació (15).

A la figura 4 hem representat la dependència de la quantitat d'aigua que recull una persona respecte a la seva velocitat de desplaçament, $M(v)$. La gràfica correspon a la situació numèrica següent: la persona recorre 100 m , sota una pluja que cau verticalment a una velocitat $u_z = 5\text{ m/s}$ i amb un vent posterior de $u_y = 1\text{ m/s}$. A la mateixa gràfica estan representades les masses d'aigua recollides en la seva superfície superior, M_z , i en la seva superfície vertical, M_y .

Observem que la quantitat d'aigua que recull sobre la seva superfície superior, M_z , (línia de color blau) disminueix en augmentar la velocitat de desplaçament, v . Pel que fa a la quantitat d'aigua recollida sobre la superfície vertical de la persona (línia de color vermell), veiem que quan la velocitat de la persona és inferior a la velocitat del vent ($v < u_y$, amb $u_y = 1 \text{ m/s}$ en aquest cas), la quantitat d'aigua recollida disminueix en augmentar la seva velocitat de desplaçament. Però, si la persona es desplaça a velocitats superiors a la velocitat del vent ($v > u_y$), la quantitat d'aigua recollida sobre aquesta superfície creixerà lleugerament quan augmenti la seva velocitat de desplaçament.

Quan la velocitat de desplaçament de la persona que es mou sota la pluja coincideix amb la velocitat del vent ($v = u_y$) no es mullarà ni la l'esquena ni la part anterior.

Únicament es mullarà la superfície superior (espatlles i cap), situació que correspon a aquella en què la quantitat d'aigua recollida per la persona serà mínima.

Cas 4: pluja amb vent lateral

Completem la nostra anàlisi suposant que existeix vent lateral dirigit contra la persona que camina sota la pluja. És a dir que la velocitat de les gotes de pluja es podrà escriure:

$$\vec{u} = u_x \hat{i} + u_y \hat{j} - u_z \hat{k} \quad (16)$$

La quantitat d'aigua que rep aquesta superfície lateral en un temps dt serà igual a $F_x S_x dt$. Tenint en compte que $F_x = F \tan \theta = F \frac{u_x}{u_y}$ i realitzant uns càlculs anàlegs als que hem fet més amunt es dedueix que

$$M_x = \frac{R}{3600} \frac{u_x}{u_z} S_x \frac{d}{v} \quad (17)$$

Veiem que la quantitat d'aigua disminueix amb la velocitat de desplaçament de la persona.

Per saber la quantitat d'aigua que cau sobre la persona que camina sota la pluja amb vent frontal i lateral, hauríem de sumar l'equació (16) a l'equació (10). En el cas que el vent estigui dirigit cap a la part posterior de la persona i tingui un component lateral, hauríem de fer una discussió anàloga a la que hem fet en el cas 3, afegint-hi el sumand que dona l'equació (16).

Conclusions

Hem analitzat el problema plantejat sobre com es pot recórrer una certa distància sota la pluja mullant-nos el mínim possible. Per a això hem deduït la funció que ens dona la quantitat d'aigua recollida per una persona que es desplaça sota la pluja, en diferents situacions. En el cas més simple, és a dir, que la pluja cau verticalment i no hi ha vent, la solució obtinguda indica que la millor estratègia per mullar-se el mínim possible consisteix a córrer al més ràpidament possible. Si bé hem de tenir en compte que d'aquesta manera només aconseguirem reduir la quantitat d'aigua que cau sobre la nostra superfície superior, ja que la quantitat d'aigua recollida per la

nostra superfície frontal serà independent de la nostra velocitat.

Si a més hi ha vent, hem atacat el problema en tres situacions diferents. En el cas que el vent sigui frontal a la persona que camina sota la pluja, hem vist que, també en aquest cas, la millor estratègia per mullar-nos poc és desplaçar-nos tan de pressa com sigui possible. En aquest cas, en desplaçar-nos ràpidament reduïrem tant la quantitat d'aigua que arriba a la nostra part frontal com la que ens cau sobre el cap i les espatlles.

En el cas que el vent bufi contra la nostra esquena, hi ha una velocitat en què la quantitat d'aigua recollida pel nostre cos és mínima. Aquesta velocitat coincideix amb la velocitat del vent. En aquest cas, només ens mullarem cap i espatlles, de manera que les nostres superfícies frontal i posterior es mantindran seques.

A les dues situacions en què hi hagi vent de cara o d'esquena, haurem d'afegir un sumand si, a més, hi ha vent lateral. La quantitat d'aigua que mullarà la nostra superfície lateral és inversament proporcional a la nostra velocitat de desplaçament.

L'anàlisi que hem realitzat es podria ampliar incorporant-hi altres elements que canviarien les condicions del problema plantejat. Per exemple, quan una persona corre s'inclina lleugerament cap endavant, de manera que les dues superfícies frontal i superior varien. L'ús de paraigües per protegir-nos de la pluja també faria diferent la resolució del problema.



Sumari

◀ 8/8

[Inici](#)

[Com podeu col·laborar?](#)

[Subscripció](#)

ISSN: 1988-7930 **DL:** B-31773-2012 **Adreça a la xarxa:** www.RRFisica.cat **Adreça electrònica:** redaccio@rrffisica.cat difusio@rrffisica.cat

Comitè de redacció : Josep Ametlla, Octavi Casellas, Xavier Jaén, Gemma Montanyà, Octavi Plana, Jaume Pont.

Treballem conjuntament : Societat Catalana de Física, Associació de Professores i Professors de Física i Química de Catalunya, XTEC, Universitat Politècnica de Catalunya, Universitat de Barcelona



Aquesta obra està subjecta a una [Llicència de Creative Commons](#)

Programació web: Xavier Jaén i Daniel Zaragoza.

Correcció lingüística: Serveis Lingüístics de la Universitat Politècnica de Catalunya.



Recursos de Física col·labora amb [la baldufa](#) i també amb [ciències](#) Revista del Professorat de Ciències de Primària i Secundària (Edita: CRECIM-UAB)