Algoritmo correcto:

Si p es primo, entonces se que si p<n divide a n!

mini explicación del algoritmo:

Puedes saltarte esta explicación y simplemente usar la frase anterior para resolver el problema. Es algo bastante técnico y concreto y no es nuestro objetivo pararnos tanto en una propiedad matemática tan concreta.

Ya que nos dicen que p es primo, el razonamiento debe de basarse en la relación entre números primos y el factorial. No hay más remedio que consultar páginas de matemáticas, no nos valen de nada ahora las páginas de programación.
Recordemos cómo se descompone un número en factores primos

720	2	(720 : 2 = 360)
360	2	(360 : 2 = 180)
180	2	(180 : 2 = 90)
90	2	(90 : 2 = 45)
45	3	(45 : 3 = 15)
15	3	(15 : 3 = 5)
5	5	(5 : 5 = 1)
1		

$720 = 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 5 = 2^4 \cdot 3^2 \cdot 5$

Se puede dividir en otro orden, por ejemplo empezar a dividir por 5 pero finalmente aunque en otro orden se llega a $2^4 \cdot 3^2 \cdot 5$, es decir, los factores primos son únicos para un número. Esto es lo mismo que decir, que 2, 3 y 5 son los únicos números primos que dividen a 720

Ahora expresamos 720 con la función factorial,
720=6!.
Sabiendo que 6! es el factorial de 720 podemos ver otra forma de calcular sus factores primos
Por ejemplo:
6!=6*5*4*3*2*1
Los números que son compuestos(no primos) los puedo a su vez descomponer en sus factores primos concretamente 6=2*3 y 4=2*2

$720=6!=6*5*4*3*2*1=2*3*5*2*2*3*2*1=2^4.3^2.5$

Por tanto 2 3 y 5 son los únicos primos que dividen a 6! y no hay más y fíjate que todos los primos que dividen a n! siempre van a ser menores que n, por ejemplo en 6! no puede haber un primo mayor que 6 que lo divida
observa que esto se cumple para los primos porque para no primos no se cumple por ejemplo
30 es mayor que 6 pero divide a 6!

CONCLUSIÓN: los primos que dividen a n! están entre [1,n)(ya que el enunciado considera a 1 primo) y por tanto
Si p es primo, entonces se que si p<n divide a n!

también puedes ver una explicación de esto en el minuto 7:00 de
https://www.youtube.com/watch?v=9vZv-YgzxV0

menos específico pero con buenas explicaciones sobre todo esto en https://www.youtube.com/watch?v=3C6TsfUIQEs

Faltan contemplar casos especiales. Concretamente en el enunciado habla de números n y p positivas ¿Es el 0 un número positivo?. Matemáticamente tengo entendido que el cero “es neutro”, ni positivo ni negativo, pero en el enunciado nos habla de factorial(0)=1. Por tanto hay que tener en cuenta n=0.